



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets 5 : <b>H02P 9/30</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 93/16521</b> (43) Date de publication internationale: 19 août 1993 (19.08.93)
--	-----------	---

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR93/00144  
(22) Date de dépôt international: 11 février 1993 (11.02.93)  
(30) Données relatives à la priorité:  
92/01620 13 février 1992 (13.02.92) FR  
(71)(72) Déposant et inventeur: AUBRY, Jean, Paul [FR/FR]; 8, allée Seguin, F-56520 Guidel (FR).  
(81) Etats désignés: AU, CA, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Publiée  
Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: ROTARY MACHINE GENERATING A SINUSOIDAL CURRENT WITH A ROTATION SPEED-INDEPENDENT FREQUENCY

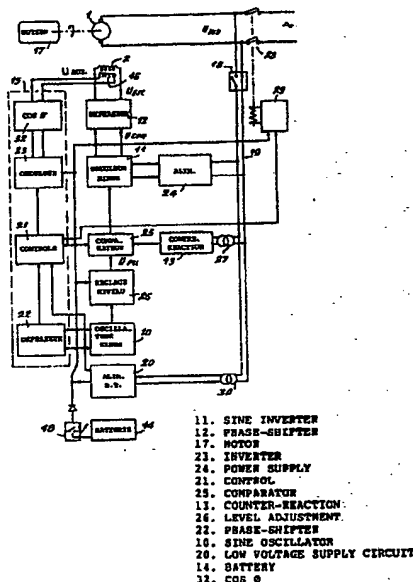
(54) Titre: MACHINE TOURNANTE GENERATRICE DE COURANT SINUSOIDAL DE FREQUENCE INDEPENDANTE DE SA VITESSE DE ROTATION

#### (57) Abstract

The present invention relates to a rotary machine generating a sinusoidal current, made with laminated metal sheets with low hysteresis and rotationally driven by a mechanical energy source, supplied by an electronic device which is comprised of: a sinusoidal reference oscillator (10) delivering a pilot voltage ( $U_{pil}$ ) of constant frequency; a comparator (25) comparing the voltage ( $U_{pil}$ ) with the induced voltage ( $U_{ind}$ ); a sinusoidal power inverter (11) supplied by the voltage ( $U_{ind}$ ) and delivering a control voltage ( $U_{com}$ ); a phase-shifter (12) making ( $U_{ind}$ ) in phase with ( $U_{com}$ ); a start-up circuit (15) supplied by a battery (14), delivering a current ( $I_{aux}$ ) to an auxiliary winding (16) in phase with ( $U_{ind}$ ); a bipolar on-off switch (18); a low voltage supply (20) from ( $U_{ind}$ ).

#### (57) Abrégé

La présente invention concerne une machine tournante génératrice de courant sinusoïdal, réalisée en tôles métalliques feuilletées à faible hystérésis et entraînée en rotation par une source d'énergie mécanique, alimentée par un dispositif électronique qui comporte: un oscillateur sinusoïdal de référence (10) délivrant une tension pilote ( $U_{pil}$ ) à fréquence constante; un comparateur (25) comparant la tension ( $U_{pil}$ ) à la tension induite ( $U_{ind}$ ); un onduleur sinusoïdal (11) de puissance alimenté à partir de la tension ( $U_{ind}$ ) et délivrant une tension de commande ( $U_{com}$ ); un déphaseur adapté (12) pour que ( $U_{ind}$ ) soit en phase avec ( $U_{com}$ ); un circuit de démarrage (15) alimenté par une batterie (14), délivrant un courant ( $I_{aux}$ ) à un bobinage auxiliaire (16), en phase avec ( $U_{ind}$ ); un commutateur bipolaire marche-arrêt (18); une alimentation basse tension (20) à partir de ( $U_{ind}$ ).



# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FR	France	MR	Mauritanie
AU	Australie	GA	Gabon	MW	Malawi
BB	Barbade	GB	Royaume-Uni	NL	Pays-Bas
BE	Belgique	GN	Guinée	NO	Norvège
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	NZ	Nouvelle-Zélande
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	PL	Pologne
BJ	Bénin	IE	Irlande	PT	Portugal
BR	Brésil	IT	Italie	RO	Roumanie
CA	Canada	JP	Japon	RU	Fédération de Russie
CF	République Centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CC	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SK	République slovaque
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SU	Union soviétique
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TG	Togo
DE	Allemagne	MG	Madagascar	UA	Ukraine
DK	Danemark	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
ES	Espagne	MN	Mongolie	VN	Viet Nam
FI	Finlande				

MACHINE TOURNANTE  
GENERATRICE DE COURANT SINUSOIDAL  
DE FREQUENCE INDEPENDANTE DE SA VITESSE DE ROTATION

La présente invention concerne une machine tournante génératrice de courant sinusoïdal de fréquence indépendante de sa vitesse de rotation.

Etant donné qu'un conducteur se déplaçant dans un champ magnétique B est le siège d'une force électromotrice e induite proportionnelle à sa vitesse v de déplacement, à sa longueur l et à l'intensité B du champ magnétique :

$$e = v \cdot l \cdot B$$

si le champ magnétique est sinusoïdal, cette force électromotrice sera également sinusoïdale.

L'invention consiste à collecter les tensions induites des conducteurs se déplaçant dans un champ magnétique contrôlé pour générer une forme d'onde déterminée.

Dans une machine tournante à courant continu dont le collecteur est à lames, les balais frottent sur ces lames récoltant le courant des conducteurs placés devant leur pôle respectif. L'ensemble constitué par le collecteur et les balais agit comme un redresseur de courant mais surtout comme un collecteur spatial.

Lorsque la machine fonctionne en générateur (dynamo), la tension U apparaissant aux bornes de la machine peut être représentée, en fonction de l'intensité et du sens de l'induction magnétique B, par une droite passant par l'origine, dont la pente varie avec la vitesse de rotation n de l'induit, pour une machine donnée (figure 1). La figure 2 représente la tension induite U en fonction d'une induction magnétique sinusoïdale  $B = B \sin \Omega t$ , pour différentes valeurs de la vitesse de rotation n.

On constate qu'il est possible d'obtenir une tension

sinusoïdale aux bornes de la machine, de fréquence f constante, telle que

$$f = \frac{\Omega}{2\pi}$$

indépendamment de sa vitesse de rotation n, qui fixe  
5 uniquement l'amplitude maximum de cette tension induite.  
Le but de la présente invention est de réaliser une machine tournante produisant une tension électrique sinusoïdale de fréquence constante indépendante de sa vitesse de rotation, en contrôlant le champ magnétique  
10 créé par les bobines magnétisantes de la machine.

Pour cela, l'objet de l'invention est une machine tournante génératrice de courant sinusoïdal réalisée en tôles métalliques feuilletées à faible hystérésis, alimentée par un dispositif électronique comportant les  
15 circuits suivants :

- un oscillateur sinusoïdal de référence délivrant une tension pilote à fréquence constante;
- un comparateur recevant d'une part ladite tension pilote après réglage de son niveau de consigne et  
20 d'autre part un signal de mesure de la tension induite;
- un onduleur sinusoïdal alimenté en puissance à partir de la tension induite et délivrant une tension de commande;
- 25 - un circuit de démarrage alimenté par une batterie et délivrant un courant d'excitation à un bobinage auxiliaire en phase avec la tension induite, jusqu'à ce que celle-ci atteigne sa valeur de consigne;
- un commutateur bipolaire marche-arrêt pour  
30 l'alimentation des circuits par la batterie et la fermeture de la boucle de retour de la tension induite;
- une alimentation basse tension à partir de la tension induite.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un exemple particulier de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins

5 ci-annexés dans lesquels :

- la figure 1 est la courbe de la tension induite dans la machine, en fonction du champ magnétique pour deux vitesses de rotation;
- la figure 2 est la courbe de la tension induite dans  
10 la machine, en fonction du temps, en fonction d'un champ magnétique B et de la vitesse de rotation n de l'induit, pour deux vitesses de rotation;
- les figures 3 et 4 sont des représentations schématiques de la machine tournante selon l'invention;
- 15 - la figure 5 est une représentation schématique du dispositif électronique d'alimentation de la machine selon l'invention;
- la figure 6 est la représentation en fonction du temps  
20 des différentes tensions et champs magnétiques mis en jeu dans le dispositif électronique;
- la figure 7 est un schéma électrique du déphaseur adapté du dispositif électronique, et
- la figure 8 est une représentation graphique des  
25 courants et tensions aux bornes des éléments composant le déphaseur.

Les éléments portant les mêmes références dans les différentes figures remplissent les mêmes fonctions en vue des mêmes résultats.

30 La machine génératrice de courant sinusoïdal selon l'invention comporte un circuit magnétique avec son enroulement inducteur à excitation indépendante, et un enroulement d'induit. La figure 3 est la représentation schématique d'une variante de réalisation pour laquelle

l'enroulement inducteur est fixe et l'enroulement d'induit tournant. Le stator 1, bipolaire sur la figure 3 comporte un bobinage magnétisant d'excitation 2 et le rotor 3, placé au centre du stator 1, comporte un bobinage d'induit 4 logé dans les encoches 5 régulièrement distribuées sur sa périphérie. Le collecteur 6 est un cylindre centré sur l'axe du rotor 3. Une source d'énergie mécanique entraîne l'arbre en rotation et l'enroulement d'induit 4 est connecté à une charge électrique, alors parcourue par un courant I. Pour fonctionner avec un champ magnétique sinusoïdal, la machine est réalisée selon les techniques des machines à collecteur à courant alternatif et en particulier est construite entièrement en tôles feuilletées à faible hystérésis dont la qualité - pertes mesurées en Watt/kilogramme -, fixe le maximum du champ magnétique obtenu.

Chaque pôle 7 comporte une bobine 2 ayant un nombre de spires magnétisantes tel que la tension d'excitation de la machine,  $U_{exc}$ , s'exprime en Volts par la formule de Boucherot :

$$U_{exc} = 4,44 \text{ B.S.N.F} \quad (I)$$

où B est le champ magnétique en Tesla;

S est la surface de la bobine en  $m^2$ ;

N est le nombre de spires par bobine;

F est la fréquence de la tension en Hertz.

Les paramètres S, N et F étant constants, la relation (I) devient  $U_{exc} = K.B$ , avec K = constante.

Cela montre que le contrôle de la tension d'excitation  $U_{exc}$  est suffisant pour être maître de l'induction magnétique B, donc de la tension induite  $U_{ind}$ .

La figure 4 est une représentation schématique d'une seconde version, à collecteur électronique, pour laquelle les pôles magnétiques 7 et le bobinage

inducteur 2 sont au rotor et tournent au centre d'un stator comportant le bobinage d'induit 4.

Les bagues collectrices 8 permettent l'amenée du courant aux pôles et la fonction du collecteur est assurée par  
5 un codeur angulaire 9 monté sur l'arbre des pôles  $\delta$  qui commande, à travers un circuit logique, un ensemble de relais électroniques branchés aux mêmes points que les lames de collecteur dans un bobinage d'induit.

Le collecteur électronique augmente la durée de vie de  
10 la machine en limitant les usures mécaniques et améliore les caractéristiques dynamiques en supprimant les frottements balai-collecteur, entre autres avantages.

La machine tournante selon l'invention est connectée à un dispositif électronique répondant aux  
15 caractéristiques suivantes, étant donné que le contrôle de la machine ne se fait que par le contrôle de la tension d'excitation  $U_{exc}$ .

Tout d'abord, le dispositif doit générer une onde sinusoïdale stable de puissance.

20 Pour cela, le dispositif électronique comporte comme le montre la figure 5, un oscillateur sinusoïdal de référence 10 à grande stabilité et un onduleur sinusoïdal 11.

Ensuite, il doit bloquer toutes les possibilités de  
25 fonctionnement en courant continu, ainsi que, d'une part permettre un fonctionnement autonome de la machine, la tension induite  $U_{ind}$  prélevée aux bornes de l'induit devant alimenter ledit dispositif électronique, et d'autre part consommer le minimum d'énergie réactive sur  
30 la tension induite. Pour ces trois dernières raisons, le dispositif comprend un déphaseur adapté de puissance 12, réjecteur de courant continu.

Le dispositif doit également maintenir la tension induite  $U_{ind}$  constante quelque soit la charge aux bornes

de la machine et sa vitesse de rotation dans la plage de fonctionnement normal. A cet effet, le dispositif électronique est doté d'une boucle de contre-réaction 13 avec la tension induite  $U_{ind}$ .

- 5 Enfin, il doit permettre le démarrage du fonctionnement autonome de la machine à l'aide seulement d'une source basse tension 14 extérieure, telle une batterie, extérieure 14 et comprend donc un circuit de démarrage 15 alimentant un bobinage auxiliaire 16.
- 10 La machine est entraînée mécaniquement par une source d'énergie 17 - un moteur thermique, une turbine, une éolienne...- Au départ, un commutateur bipolaire 18 marche-arrêt est basculé afin d'une part d'autoriser l'alimentation par la batterie 14 des différents
- 15 circuits électroniques composant le dispositif et d'autre part de fermer une boucle de retour 19 de la tension induite prélevée aux bornes de la machine. Un circuit d'alimentation basse-tension 20 recevant en entrée la tension induite  $U_{ind}$  qui est nulle au départ,
- 20 délivre en sortie à un circuit de contrôle 21 un signal indiquant l'absence de tension aux bornes de la machine. Le circuit de contrôle 21 autorise alors l'oscillateur sinusoïdal de référence 10 à piloter, à travers un déphaseur 22 de  $90^\circ$ , un onduleur basse tension 23
- 25 délivrant un courant d'excitation  $I_{aux}$  au bobinage auxiliaire 16 après adaptation de la bobine auxiliaire par un circuit 32 rendant l'impédance de cette bobine uniquement réelle. Ce bobinage auxiliaire 16, en fournissant l'énergie réactive du champ magnétique est
- 30 destiné à créer un champ magnétique alternatif dans la machine, tel que la tension induite  $U_{ind}$  ne soit plus nulle. Les conducteurs de l'induit deviennent alors le siège de forces électromotrices recueillies par le collecteur. La tension induite est appliquée à un



circuit d'alimentation de puissance 24 destiné à alimenter l'onduleur sinusoïdal 11. Celui-ci délivre une tension dite de commande  $U_{com}$  qui est en phase avec la tension induite  $U_{ind}$ . Le circuit déphaseur 12 doit

5 déphaser cette tension de commande  $U_{com}$  de  $90^\circ$  afin que le champ magnétique alors obtenu, et qui est par définition déphasé de  $90^\circ$  en retard sur la tension d'excitation du bobinage inducteur 2, soit bien en phase avec le champ magnétique produit par le bobinage de

10 démarrage 16 et vienne ainsi en renforcer l'amplitude. Cette augmentation du champ magnétique entraîne une augmentation de la tension induite. Lorsque cette tension  $U_{ind}$ , prélevée dans la boucle de retour 19 et appliquée au circuit d'alimentation basse tension 20

15 atteint une valeur prédéterminée suffisante pour autoalimenter la machine, le circuit de contrôle 21 arrête le processus de démarrage. Ce processus de démarrage peut aussi être arrêté par le circuit de contrôle quand le délai initialement prévu est dépassé,

20 signalant un défaut.

Dès lors, l'alimentation des circuits électroniques du dispositif ne se fait plus à partir de la batterie 14, mais à partir de l'alimentation basse tension 20 qui reçoit la tension induite  $U_{ind}$  après réduction par un

25 abaisseur de tension 30. L'oscillateur sinusoïdal de référence 10 envoie un signal de consigne dit tension pilote, à un circuit comparateur 25 après réglage du niveau de consigne par un circuit 26. Ce comparateur 25 reçoit d'autre part un signal de mesure de la tension

30 induite  $U_{ind}$ , après réduction de sa valeur par un circuit abaisseur de tension 27 dans la figure 5, et envoie ensuite à l'onduleur 11 un signal tel que la tension induite  $U_{ind}$  recopie la tension  $U_{pil}$  à un facteur d'échelle d'amplitude près. Ainsi la machine

5      tournante selon l'invention produit une tension induite sinusoïdale de fréquence constante indépendante de sa vitesse de rotation en contrôlant la tension d'excitation créant le champ magnétique régnant dans la machine.

10      Lorsque la tension induite est supérieure à la valeur de consigne, le circuit de contrôle 21 actionne par l'intermédiaire d'un circuit de commande 29 et d'un sélectionneur 28 placé aux bornes de la machine, pour autoriser l'alimentation du réseau de distribution.

15      La figure 6 est la représentation en fonction du temps de la tension pilote  $U_{pil}$  en sortie de l'oscillateur 10, de la tension de commande  $U_{com}$  en sortie de l'onduleur 11, de la tension d'excitation  $U_{exc}$  en sortie du déphaseur 12, du champ magnétique créé par  $U_{exc}$ , de la tension induite  $U_{ind}$  aux bornes de la machine, de la tension  $U_{aux}$  dans le bobinage auxiliaire de démarrage 16 qui est en quadrature avec le courant d'excitation  $I_{aux}$  qui provoque le champ magnétique  $B$  dans le bobinage 16.

20      On constate l'importance des phases des signaux pour le démarrage de la machine et l'action du déphaseur adapté 12 qui permet une mise en phase de la tension induite  $U_{ind}$  avec la tension de commande  $U_{com}$ , simplifiant ainsi les alimentations et améliorant le facteur de puissance global.

25      Le déphaseur adapté 12 a pour rôle de fournir l'énergie réactive du champ magnétique, de bloquer une éventuelle composante de courant continu et d'introduire un déphasage tel que la tension induite  $U_{ind}$ , due aux déplacements du bobinage d'induit 4 dans le champ magnétique créé par le bobinage inducteur 2, soit en phase avec la tension de sortie  $U_{com}$  de l'onduleur 11. Cette synchronisation améliore les caractéristiques électriques globales en réduisant les capacités

réservoirs et simplifie l'alimentation de puissance.

La figure 7 est un schéma électrique du déphaseur 12 qui se compose d'une inductance  $L_1$  en parallèle avec la tension de commande  $U_{com}$  en sortie de l'onduleur 11, d'une capacité  $C_1$  en parallèle avec le bobinage inducteur 2 donc avec la tension d'excitation  $U_{exc}$  et d'une seconde capacité  $C_2$  en série avec la capacité  $C_1$  et reliée à la borne de l'inductance  $L_1$  recevant le courant  $I_{com}$  entrant dans le déphaseur. Le circuit électrique équivalent du bobinage inducteur 2 est composé d'une inductance  $L$  en parallèle avec une résistance  $R$  représentant les pertes magnétiques. Le courant d'excitation  $I_{exc}$  parcourant le bobinage inducteur 2 est égal à la somme des courants  $I_L$  et  $I_R$  parcourant respectivement l'inductance  $L$  et la résistance  $R$  :

$$\vec{I}_{exc} = \vec{I}_R + \vec{I}_C,$$

le courant  $I_R$  étant en phase avec la tension d'excitation  $U_{exc}$  et le courant  $I_L$  étant en quadrature arrière avec ladite tension  $U_{exc}$ .

Le courant  $I_{C_1}$  fourni par la capacité  $C_1$ , en parallèle avec ladite tension  $U_{exc}$  est en quadrature avant avec ladite tension  $U_{exc}$  et le courant  $I$  traversant la capacité  $C_2$  est égal à :

$$\vec{I} = \vec{I}_L + \vec{I}_R + \vec{I}_{C_1}$$

La tension  $U_{C_2}$  aux bornes de ladite capacité  $C_2$  est en quadrature arrière par rapport au courant  $I$  et  $U_{C_2}$  est calculée de telle sorte que :

$$\vec{U}_{C_2} + \vec{U}_{exc} = \vec{U}_{com},$$

$U_{com}$  étant en phase avec le courant  $I_L$ . De plus, cette capacité  $C_2$  bloque le courant continu. L'inductance  $L_1$  fournit la composante réactive résiduelle pour que le courant  $I_{com}$  entrant dans le déphaseur soit en phase

avec la tension de commande  $U_{com}$ . La figure 8 est une représentation graphique des courants et tensions aux bornes des éléments du déphaseur. On peut remarquer que, quelque soit la valeur choisie pour la tension de commande  $U_{com}$ , le produit  $U_{com} \times I_{com}$  sera égal au produit  $U_{exc} \times I_R$ , autrement dit que seule l'énergie réelle est consommée, les pertes magnétiques étant liées à la qualité des tôles composant la machine selon l'invention.

10 Ainsi, en fonctionnement normal, la machine selon l'invention transforme l'énergie mécanique fournie par le moteur d'entraînement en une énergie électrique alternative sinusoïdale, de fréquence constante égale à celle de l'oscillateur sinusoïdal de référence et de  
15 tension constante, indépendante de la vitesse d'entraînement de la machine dans la plage de fonctionnement normal.

Le passage du commutateur bipolaire marche-arrêt sur la position arrêt interrompt l'autoalimentation de la  
20 machine, donc la production électrique, même si l'entraînement mécanique est maintenu.

## REVENDEICATIONS

1. Machine tournante génératrice de courant sinusoïdal comportant un circuit magnétique avec son enroulement inducteur à excitation indépendante et un enroulement d'induit, réalisée en tôles métalliques feuilletées à
- 5 faible hystérésis et entraînée en rotation par une source d'énergie mécanique, ladite machine étant alimentée par un dispositif électronique, caractérisée en ce que ledit dispositif comporte les circuits suivants :
- 10 - un oscillateur sinusoïdal de référence (10) délivrant une tension pilote ( $U_{pil}$ ) à fréquence constante;
- un comparateur (25) recevant d'une part ladite tension pilote ( $U_{pil}$ ) après réglage de son niveau de consigne par un circuit (26) et d'autre part grâce à une boucle
- 15 de contre-réaction (13) un signal de mesure de la tension induite ( $U_{ind}$ );
- un onduleur sinusoïdal (11) de puissance alimenté par une alimentation de puissance (24) à partir de la tension induite ( $U_{ind}$ ) et délivrant une tension de
- 20 commande ( $U_{com}$ );
- un déphaseur adapté (12) introduisant un déphasage tel que la tension induite ( $U_{ind}$ ) soit en phase avec la tension de commande ( $U_{com}$ );
- un circuit de démarrage (15) alimenté par une source
- 25 basse tension (14) indépendante délivrant un courant d'excitation ( $I_{aux}$ ) à un bobinage auxiliaire (16), en phase avec la tension induite ( $U_{ind}$ ), jusqu'à ce que ladite tension ( $U_{ind}$ ) atteigne sa valeur de consigne;
- un commutateur bipolaire marche-arrêt (18) autorisant
- 30 l'alimentation desdits circuits électroniques du

dispositif par la source basse tension (14) et la fermeture de la boucle de retour (19) de la tension induite ( $U_{ind}$ );

- 5 - une alimentation basse tension (20) à partir de la tension induite, alimentant les circuits électroniques du dispositif après la phase de démarrage.

10 2. Machine tournante selon la revendication 1, caractérisée en ce que le déphaseur adapté (12) se compose d'une inductance ( $L_1$ ) en parallèle avec la tension de commande ( $U_{com}$ ) en sortie de l'onduleur (11), d'une capacité ( $C_1$ ) en parallèle avec le bobinage inducteur (2) et d'une capacité ( $C_2$ ) en série avec la capacité ( $C_1$ ) et reliée à la borne de l'inductance ( $L_1$ ), recevant le courant ( $I_{com}$ ) entrant dans le déphaseur,  
15 destinée à bloquer tout courant continu.

3. Machine tournante selon la revendication 1, caractérisée en ce que le circuit de démarrage (15) se compose d'un déphaseur (22) de  $90^\circ$  relié à l'oscillateur sinusoïdal de référence (10), d'un circuit de contrôle  
20 (21) relié au déphaseur (22) et à l'alimentation basse tension (20), d'un onduleur basse tension (23) relié au circuit de contrôle (21) et délivrant la tension d'excitation ( $U_{aux}$ ) au bobinage auxiliaire (16), après compensation du  $\cos\phi$  par un circuit (32).

25 4. Machine tournante selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'un sectionneur (28), placé aux bornes de la machine, et actionné par un circuit de commande (29) piloté par le circuit de contrôle (21), autorise l'alimentation du réseau de  
30 distribution.

5. Machine tournante selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le bobinage inducteur (2) et le bobinage auxiliaire (16) disposés sur le stator (1) du circuit magnétique et le bobinage

d'induit (4) est logé dans les encoches (5) du rotor (3).

6. Machine tournante selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le bobinage inducteur (2) et le bobinage auxiliaire (16) sont logés sur le rotor (3) et tournent au centre du stator (1) comportant le bobinage d'induit (4), avec un collecteur électronique monté sur l'arbre (6) du rotor.

FIG. 1

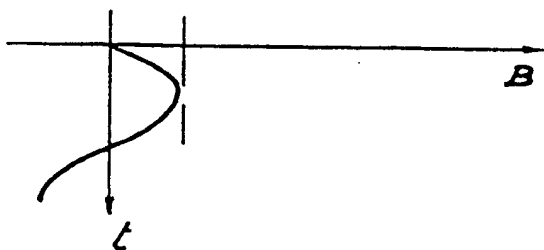
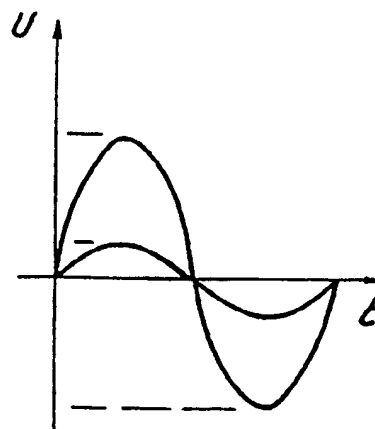
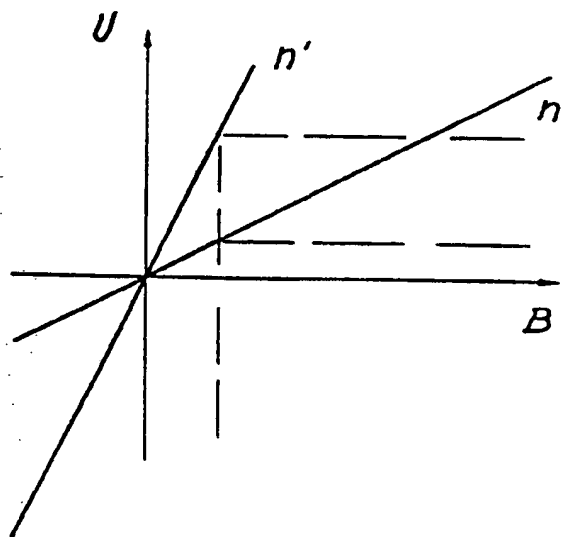
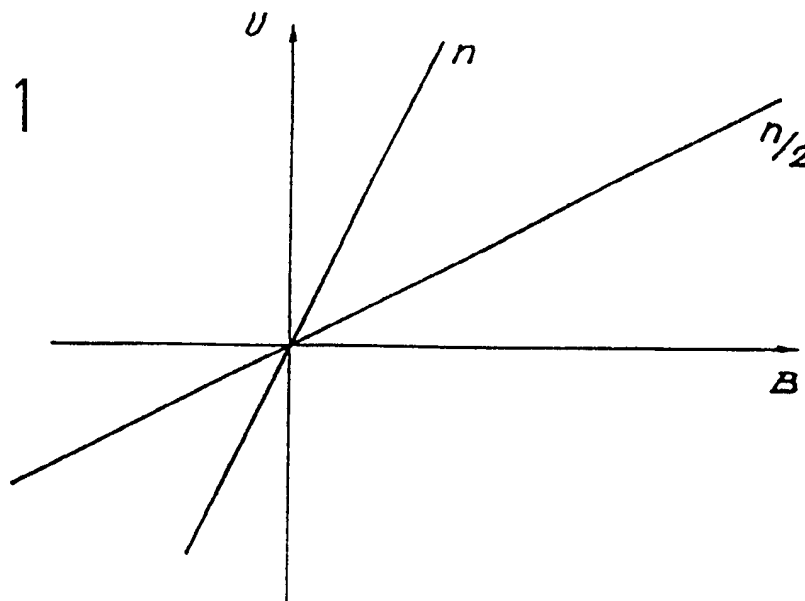


FIG. 2



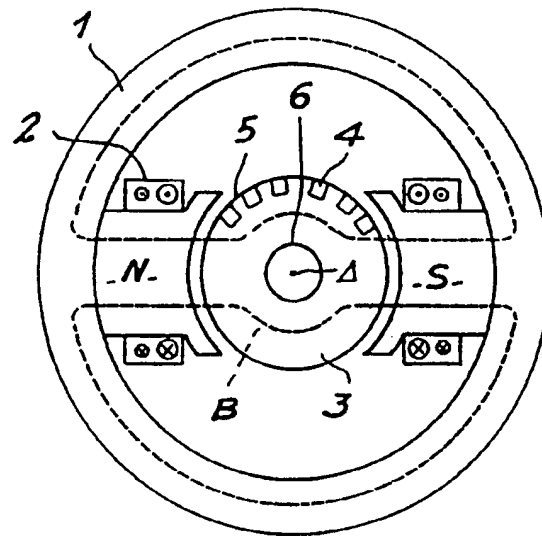


FIG. 3

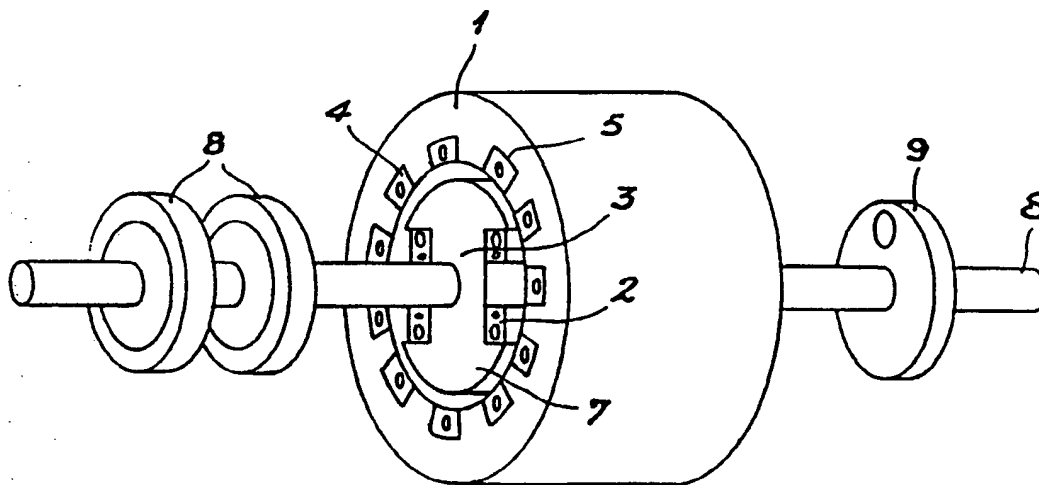
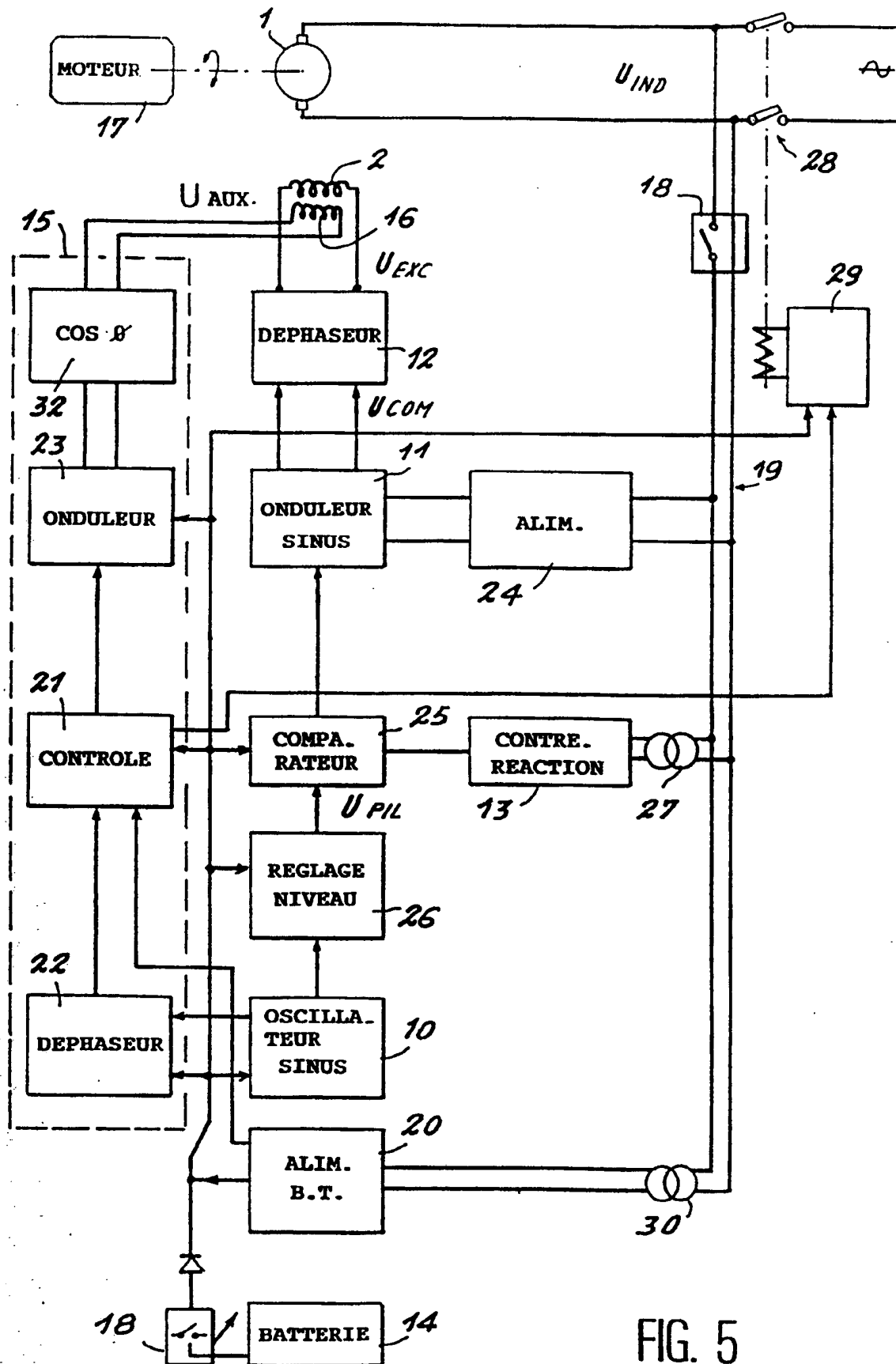


FIG. 4



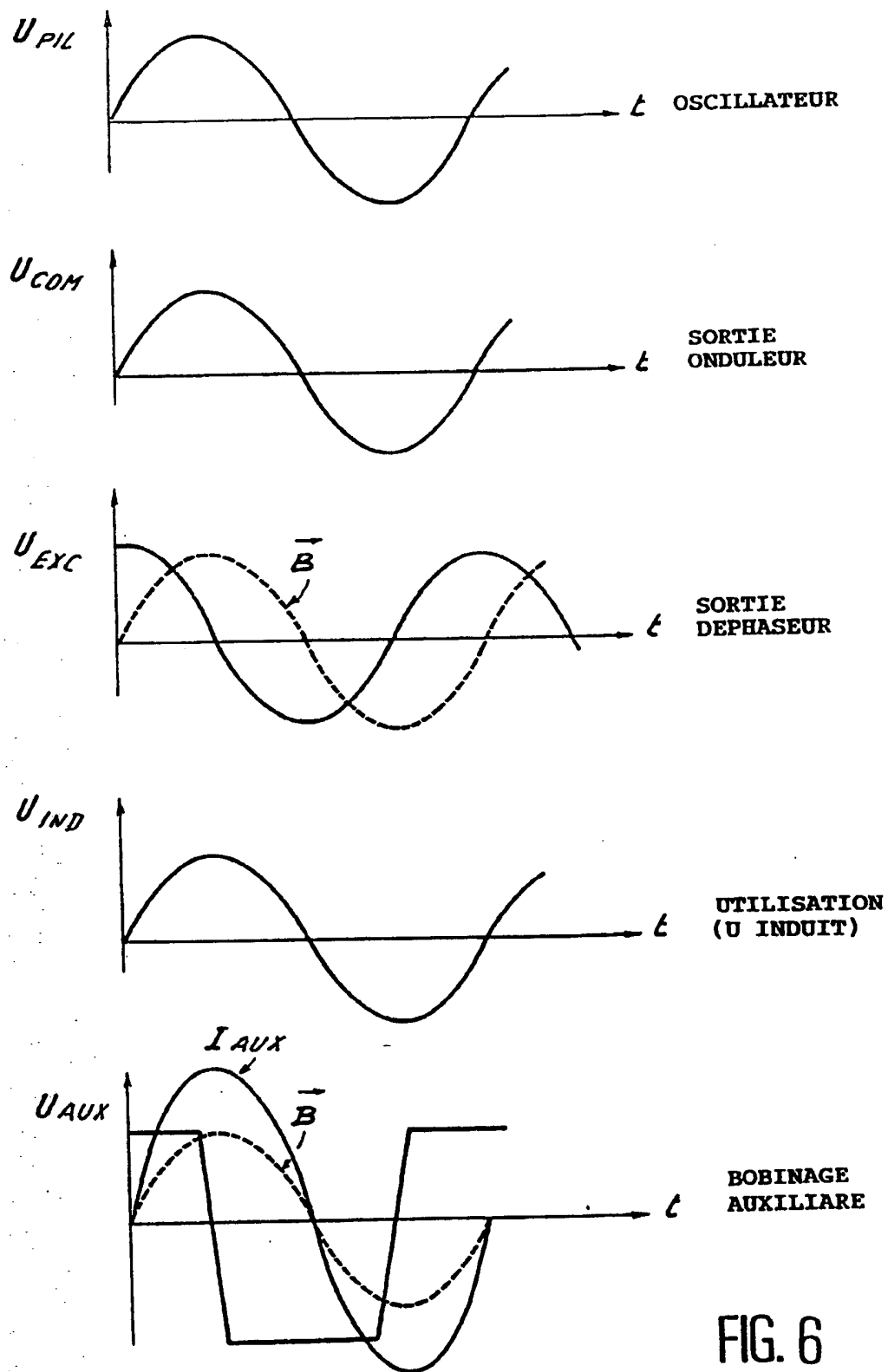


FIG. 6

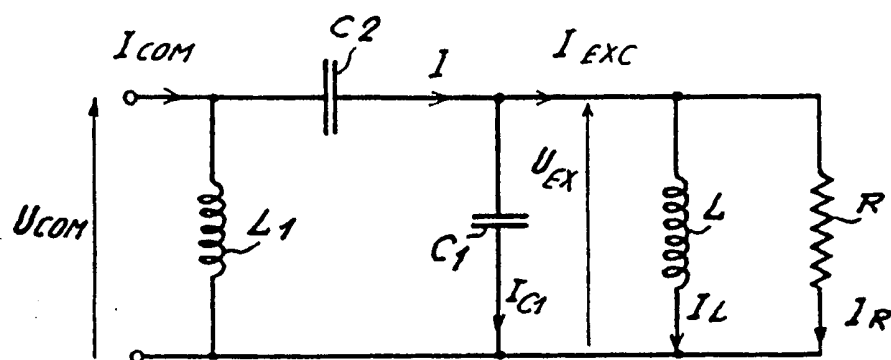


FIG. 7

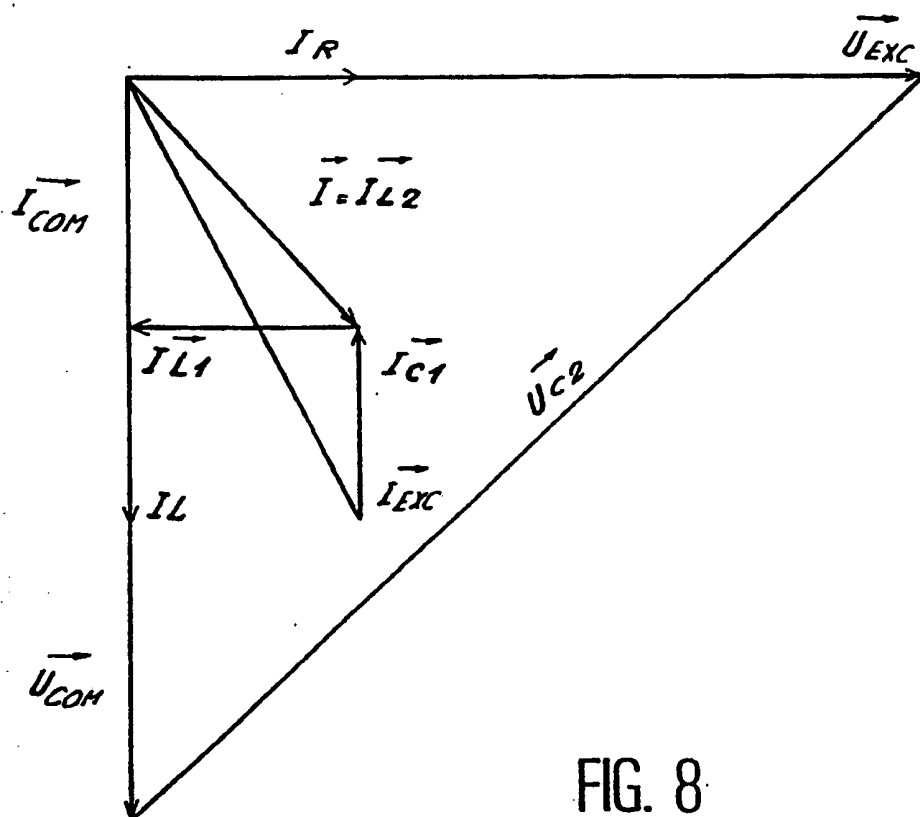


FIG. 8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR 93/00144

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. 5 H02P9/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. 5 H02P ; H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR,A,2 619 264 (FERNANDEZ DE VELASCO Y SESENA) 10 February 1989 see the whole document --	1
A	US,A,4 015 188 (A.P. DENIS) 29 Mars 1977 see abstract; figure 1 --	1
A	DE,B,1 259 443 (ROBERT BOSCH GMBH) 25 January 1968 see figure 1 --	1
A	DE,A,2 163 208 (G. SCHNEIDER) 28 June 1973 see page 1, paragraph 2 --	1
	--	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 April 1993 (26.04.93)

Date of mailing of the international search report

18 May 1993 (18.05.93)

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR 93/00144

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 066 240 (HITACHI LTD) 8 December 1982 see abstract; figure 1	1
A	NTELEC 89 18 October 1989, FIRENZE pages 1 - 7 L. MALESANI 'SMART - A HIGH PERFORMANCE HIGH RELIABILITY ALTERNATOR' PAPER 25.2 see figure 1	1
A	US,A,3 423 667 (D.L. LAFUZE) 21 January 1969 see the whole document	1

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

FR 9300144  
SA 71050

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.  
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

26/04/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-2619264	10-02-89	DE-A,C 3825349 JP-A- 1043048	23-02-89 15-02-89
US-A-4015188	29-03-77	None	
DE-B-1259443		None	
DE-A-2163208	28-06-73	None	
EP-A-0066240	08-12-82	JP-A- 57196898 CA-A- 1169485 US-A- 4438385	02-12-82 19-06-84 20-03-84
US-A-3423667	21-01-69	None	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 93/00144

Demande Internationale No

<b>I. CLASSEMENT DE L'INVENTION</b> (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) <sup>7</sup>		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB <b>CIB 5 H02P9/30</b>		
<b>II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée <sup>8</sup>		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB 5	H02P ; H02K	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté <sup>9</sup>		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b> <sup>10</sup>		
Catégorie <sup>o</sup>	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, <sup>12</sup> des passages pertinents <sup>13</sup>	No. des revendications visées <sup>14</sup>
A	FR,A,2 619 264 (FERNANDEZ DE VELASCO Y SESENA) 10 Février 1989 voir le document en entier ---	1
A	US,A,4 015 188 (A.P. DENIS) 29 Mars 1977 voir abrégé; figure 1 ---	1
A	DE,B,1 259 443 (ROBERT BOSCH GMBH) 25 Janvier 1968 voir figure 1 ---	1
A	DE,A,2 163 208 (G. SCHNEIDER) 28 Juin 1973 voir page 1, alinéa 2 ---	1
-/--		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><sup>o</sup> Catégories spéciales de documents cités:<sup>11</sup></p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <b>26 AVRIL 1993</b>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <b>18.05.93</b>
Administration chargée de la recherche internationale <b>OFFICE EUROPEEN DES BREVETS</b>		Signature du fonctionnaire autorisé <b>BEYER F.</b>



III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS <sup>16</sup>		(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUES SUR LA DEUXIEME FEUILLE)
Catégorie <sup>16</sup>	Identification des documents cités, <sup>16</sup> avec indication, si nécessaire des passages pertinents <sup>17</sup>	No. des revendications visées <sup>18</sup>
A	EP,A,0 066 240 (HITACHI LTD) 8 Décembre 1982 voir abrégé; figure 1 ---	1
A	NTELEC 89 18 Octobre 1989, FIRENZE pages 1 - 7 L. MALESANI 'SMART - A HIGH PERFORMANCE HIGH RELIABILITY ALTERNATOR' PAPER 25.2 voir figure 1 ---	1
A	US,A,3 423 667 (D.L.LAFUZE) 21 Janvier 1969 voir le document en entier -----	1

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE  
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.**

FR. 9300144  
SA 71050

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche internationale visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets. 26/04/93

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR-A-2619264	10-02-89	DE-A, C 3825349 JP-A- 1043048	23-02-89 15-02-89
US-A-4015188	29-03-77	Aucun	
DE-B-1259443		Aucun	
DE-A-2163208	28-06-73	Aucun	
EP-A-0066240	08-12-82	JP-A- 57196898 CA-A- 1169485 US-A- 4438385	02-12-82 19-06-84 20-03-84
US-A-3423667	21-01-69	Aucun	

**RECORD COPY**

PC 1

# REQUEST

The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty.

For Receiving Office use only

PCT/SE 98/01754

International Application No.

International Filing Date **29-09-1998**

**The Swedish Patent Office**  
PCT International Application

Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or agent's file reference (if desired) (12 characters maximum) **P 98-285/NH**

Box No. I TITLE OF INVENTION	
AN ELECTRIC POWER PLANT	
Box No. II APPLICANT	
Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)	
Asea Brown Boveri AB	
S-721 83 VÄSTERÅS	
Sweden	
<input type="checkbox"/> This person is also inventor. Telephone No. Facsimile No. Teleprinter No.	
State (that is, country) of nationality: SE	State (that is, country) of residence: SE
This person is applicant for the purposes of: <input type="checkbox"/> all designated States <input checked="" type="checkbox"/> all designated States except the United States of America <input type="checkbox"/> the United States of America only <input type="checkbox"/> the States indicated in the Supplemental Box	
Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)	
Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)	
LEIJON, Mats	
Hyvlargata 5	
S-723 35 VÄSTERÅS	
Sweden	
This person is: <input type="checkbox"/> applicant only <input checked="" type="checkbox"/> applicant and inventor <input type="checkbox"/> inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)	
State (that is, country) of nationality: SE	State (that is, country) of residence: SE
This person is applicant for the purposes of: <input type="checkbox"/> all designated States <input type="checkbox"/> all designated States except the United States of America <input checked="" type="checkbox"/> the United States of America only <input type="checkbox"/> the States indicated in the Supplemental Box	
<input checked="" type="checkbox"/> Further applicants and/or (further) inventors are indicated on a continuation sheet.	
Box No. IV AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCE	
The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as: <input checked="" type="checkbox"/> agent <input type="checkbox"/> common representative	
Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)	
L.A.GRÖTH & Co KB	
HOPFGARTEN, Nils et al.	
Box 6107	
S-102 32 STOCKHOLM	
Sweden	
Telephone No. +46 - 8 - 729 91 00 Facsimile No. +46 - 8 - 31 67 67 Teleprinter No.	
<input type="checkbox"/> Address for correspondence: Mark this check-box where no agent or common representative is/has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.	

Continuation of Box No. III

FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

19-11-1998

If none of the following sub-boxes is used, this sheet should not be included in the request.

Name and address: (Family name followed by given name: for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

TEMPLIN, Peter  
Kumleskärsgratan 59  
S-421 58 VÄSTRA FRÖLUNDA  
Sweden

This person is:

☐ applicant only☒ applicant and inventor☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

SE

State (that is, country) of residence:

SE

This person is applicant for the purposes of:

☐ all designated States☐ all designated States except the United States of America☒ the United States of America only☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name: for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

HÖLLELAND, Mons  
Fornforskargatan 52  
S-723 53 VÄSTERÅS  
Sweden

This person is:

☐ applicant only☒ applicant and inventor☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

SE

State (that is, country) of residence:

SE

This person is applicant for the purposes of:

☐ all designated States☐ all designated States except the United States of America☒ the United States of America only☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name: for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

KARLSSON, Thommy  
Nyvla  
S-740 22 BÄLINGE  
Sweden

This person is:

☐ applicant only☒ applicant and inventor☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

SE

State (that is, country) of residence:

SE

This person is applicant for the purposes of:

☐ all designated States☐ all designated States except the United States of America☒ the United States of America only☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name: for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

☐ applicant only☐ applicant and inventor☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

SE

State (that is, country) of residence:

SE

This person is applicant for the purposes of:

☐ all designated States☐ all designated States except the United States of America☐ the United States of America only☐ the States indicated in the Supplemental Box☒ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on another continuation sheet.

See Notes to the request form

Continuation of Box No. III

FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

29-09-1998

If none of the following sub-boxes is used, this sheet should not be included in the request.

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

GERTMAR, Lars  
Humlegatan 6  
S-722 26 VÄSTERÅS  
Sweden

This person is:

- ☐ applicant only  
☒ applicant and inventor  
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

SE

State (that is, country) of residence:

SE

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

SÖRENSEN, Erland  
Gudruns väg 32  
S-723 55 VÄSTERÅS  
Sweden

This person is:

- ☐ applicant only  
☒ applicant and inventor  
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

SE

State (that is, country) of residence:

SE

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

BERGGREN, Bertil  
Rönnebergagatan 2 B  
S-723 46 VÄSTERÅS  
SWEDEN

This person is:

- ☐ applicant only  
☒ applicant and inventor  
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

SE

State (that is, country) of residence:

SE

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

NYGREN, Jan-Anders  
Karlafeldtsgratan 27 B  
S-722 22 VÄSTERÅS  
Sweden

This person is:

- ☐ applicant only  
☒ applicant and inventor  
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

SE

State (that is, country) of residence:

SE

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

☐ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on another continuation sheet.

Box No.V DESIGNATION OF STATES

29-09-1998

The following designations are hereby made under Rule 4.9(a) (mark the applicable check-boxes; at least one must be marked):

## Regional Patent

- ☒ AP **ARIPO Patent:** GH Ghana, GM Gambia, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SZ Swaziland, UG Uganda, ZW Zimbabwe, and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT
- ☒ EA **Eurasian Patent:** AM Armenia, AZ Azerbaijan, BY Belarus, KG Kyrgyzstan, KZ Kazakhstan, MD Republic of Moldova, RU Russian Federation, TJ Tajikistan, TM Turkmenistan, and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT
- ☒ EP **European Patent:** AT Austria, BE Belgium, CH and LI Switzerland and Liechtenstein, CY Cyprus, DE Germany, DK Denmark, ES Spain, FI Finland, FR France, GB United Kingdom, GR Greece, IE Ireland, IT Italy, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Netherlands, PT Portugal, SE Sweden, and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT
- ☒ OA **OAPI Patent:** BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Central African Republic, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroon, GA Gabon, GN Guinea, ML Mali, MR Mauritania, NE Niger, SN Senegal, TD Chad, TG Togo, and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line)

## National Patent (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line):

- |  |  |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> AL Albania                               | <input checked="" type="checkbox"/> LS Lesotho                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> AM Armenia                               | <input checked="" type="checkbox"/> LT Lithuania                                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> AT Austria                               | <input checked="" type="checkbox"/> LU Luxembourg                                |
| <input checked="" type="checkbox"/> AU Australia                             | <input checked="" type="checkbox"/> LV Latvia                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> AZ Azerbaijan                            | <input checked="" type="checkbox"/> MD Republic of Moldova                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> BA Bosnia and Herzegovina                | <input checked="" type="checkbox"/> MG Madagascar                                |
| <input checked="" type="checkbox"/> BB Barbados                              | <input checked="" type="checkbox"/> MK The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input checked="" type="checkbox"/> BG Bulgaria                              |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> BR Brazil                                | <input checked="" type="checkbox"/> MN Mongolia                                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> BY Belarus                               | <input checked="" type="checkbox"/> MW Malawi                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA Canada                                | <input checked="" type="checkbox"/> MX Mexico                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> CH and LI Switzerland and Liechtenstein  | <input checked="" type="checkbox"/> NO Norway                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> CN China                                 | <input checked="" type="checkbox"/> NZ New Zealand                               |
| <input checked="" type="checkbox"/> CU Cuba                                  | <input checked="" type="checkbox"/> PL Poland                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> CZ Czech Republic and utility model      | <input checked="" type="checkbox"/> PT Portugal                                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> DE Germany and utility model             | <input checked="" type="checkbox"/> RO Romania                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> DK Denmark and utility model             | <input checked="" type="checkbox"/> RU Russian Federation                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> EE Estonia                               | <input checked="" type="checkbox"/> SD Sudan                                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> ES Spain                                 | <input checked="" type="checkbox"/> SE Sweden                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> FI Finland and utility model             | <input checked="" type="checkbox"/> SG Singapore                                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> GB United Kingdom                        | <input checked="" type="checkbox"/> SI Slovenia and utility model                |
| <input checked="" type="checkbox"/> GE Georgia                               | <input checked="" type="checkbox"/> SK Slovakia                                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> GH Ghana                                 | <input checked="" type="checkbox"/> SL Sierra Leone                              |
| <input checked="" type="checkbox"/> GM Gambia                                | <input checked="" type="checkbox"/> TJ Tajikistan                                |
| <input checked="" type="checkbox"/> <del>GW Guinea-Bissau</del>              | <input checked="" type="checkbox"/> TM Turkmenistan                              |
| <input checked="" type="checkbox"/> HR Croatia                               | <input checked="" type="checkbox"/> TR Turkey                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> HU Hungary                               | <input checked="" type="checkbox"/> TT Trinidad and Tobago                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> ID Indonesia                             | <input checked="" type="checkbox"/> UA Ukraine                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> IL Israel                                | <input checked="" type="checkbox"/> UG Uganda                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> IS Iceland                               | <input checked="" type="checkbox"/> US United States of America                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan                                 |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> KE Kenya                                 | <input checked="" type="checkbox"/> UZ Uzbekistan                                |
| <input checked="" type="checkbox"/> KG Kyrgyzstan                            | <input checked="" type="checkbox"/> VN Viet Nam                                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> KP Democratic People's Republic of Korea | <input checked="" type="checkbox"/> YU Yugoslavia                                |
|  | <input checked="" type="checkbox"/> ZW Zimbabwe                                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> KR Republic of Korea                     |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> KZ Kazakhstan                            |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> LC Saint Lucia                           |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> LK Sri Lanka                             |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> LR Liberia                               |  |

Check-boxes reserved for designating States (for the purposes of a national patent) which have become party to the PCT after issuance of this sheet:

- ☐ \_\_\_\_\_
- ☐ \_\_\_\_\_

**Precautionary Designation Statement:** In addition to the designations made above, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all other designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) indicated in the Supplemental Box as being excluded from the scope of this statement. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit. (Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying that designation and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.)

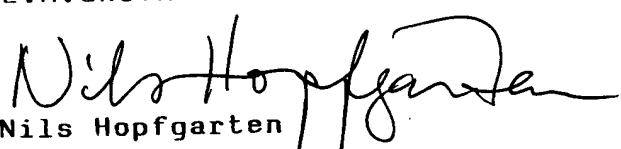
<b>Box No. VI PRIORITY CLAIM</b>		<input type="checkbox"/> Further priority claims are indicated in the Supplemental Box.		
Filing date of earlier application (day/month/year)	Number of earlier application	Where earlier application is:		
		national application: country	regional application: regional Office	international application: receiving Office
item (1) 30 Septemb. 1997 (30.09.1997)	9703548-9	Sweden		
item (2)				
item (3)				

☒ The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) (only if the earlier application was filed with the Office which for the purposes of the present international application is the receiving Office) identified above as item(s): (1)

\* Where the earlier application is an ARIPO application, it is mandatory to indicate in the Supplemental Box at least one country party to the Paris Convention for the Protection of Industrial Property for which that earlier application was filed (Rule 4.10(b)(ii)). See Supplemental Box.

<b>Box No. VII INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY</b>			
Choice of International Searching Authority (ISA) (if two or more International Searching Authorities are competent to carry out the international search, indicate the Authority chosen; the two-letter code may be used):		Request to use results of earlier search; reference to that search (if an earlier search has been carried out by or requested from the International Searching Authority):	
ISA / SE		Date (day/month/year)	Number Country (or regional Office)
		30 September 1997	SE 97/01154 Sweden

<b>Box No. VIII CHECK LIST; LANGUAGE OF FILING</b>	
This international application contains the following number of sheets: request : 5 ✓ description (excluding sequence listing part) : 18 ✓ claims : 9 ✓ abstract : 1 ✓ drawings : 19 ✓ sequence listing part of description : _____ Total number of sheets : 52	This international application is accompanied by the item(s) marked below: 1.   fee calculation sheet 2. <input type="checkbox"/> separate signed power of attorney 3. <input type="checkbox"/> copy of general power of attorney; reference number, if any: 4. <input type="checkbox"/> statement explaining lack of signature 5. <input type="checkbox"/> priority document(s) identified in Box No. VI as item(s): 6. <input type="checkbox"/> translation of international application into (language): 7. <input type="checkbox"/> separate indications concerning deposited microorganism or other biological material 8. <input type="checkbox"/> nucleotide and/or amino acid sequence listing in computer readable form 9. <input checked="" type="checkbox"/> other (specify): Copy of Off.Action + ITS report
Figure of the drawings which should accompany the abstract: 1	Language of filing of the international application: Swedish

<b>Box No. IX SIGNATURE OF APPLICANT OR AGENT</b>	
Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the request).	
L.A.GROTH & Co.KB	
 Nils Hopfgarten	

For receiving Office use only		2. Drawings:  <input checked="" type="checkbox"/> received:  <input type="checkbox"/> not received:
1. Date of actual receipt of the purported international application:	29-09-1998	
3. Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application:		
4. Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2):		
5. International Searching Authority (if two or more are competent): ISA / SE	6. <input type="checkbox"/> Transmittal of search copy delayed until search fee is paid.	

For International Bureau use only	
Date of receipt of the record copy by the International Bureau:	19 OCTOBER 1998

See Notes to the request form

Form PCT/RO/101 (last sheet) (July 1998)

29-09-1998

## ELKRAFTANLÄGGNING

### Tekniskt område

Föreliggande uppfinning avser en elkraftsanläggning innefattande minst en  
5 elektrisk maskin av växelströmstyp, avsedd att direkt anslutas till ett distributions-  
eller transmissionsnät och innefattande minst en elektrisk lindning. Uppfinningen  
hänför sig också till förfaranden vid en sådan anläggning.

### Uppfinningens bakgrund

10 Den elektriska maskin som ingår i anläggningen enligt uppfinningen kan va-  
ra såväl en roterande elektrisk maskin, såsom en synkronmaskin, dubbelmatad ma-  
skin, asynkron strömriktarkaskad, ytterpolmaskin eller synkronflödesmaskin eller en  
stationär maskin, såsom transformator och reaktor.

För att ansluta maskiner av detta slag till distributions- eller transmissions-  
15 nät, i det följande gemensamt kallade kraftnät, har hittills en transformator använts  
för upptransformering av spänningen till nätnivå, dvs i området 130-400 kV.

Generatorer med en märkspänning av upp till 36 kV är beskrivna av Paul R.  
Siedler, "36 kV Generators Arise from Insulation Research", Electrical World, 15  
October, 1932, sid. 524-527. Dessa generatorer innefattar lindningar av högspän-  
20 ningskabel, varvid isoleringen är uppdelad i olika skikt med olika elektricitetskon-  
stanter. Det använda isoleringsmaterialet består av olika kombinationer av de tre  
komponenterna glimmerblad-glimmer, lack och papper.

Det har nu visat sig att genom att framställa den inledningsvis omnämnda  
lindningen hos maskinen av en isolerad elektrisk högspänningsledare med en fast  
25 isolation av liknande slag som hos kablar för kraftöverföring kan maskinens spän-  
ning höjas till sådana nivåer att maskinen kan direkt anslutas till vilket kraftnät som  
helst utan mellanliggande transformator. Transformatorn kan således uteslutas.  
Typiskt driftsområde för dessa maskiner är 30-800 kV.

Vid konventionella generatorer tas hjälpkraft för uppstart och drift av ma-  
30 skinerna liksom för stationsbehov, såsom drift av pumpar och dammluckor samt för  
uppvärmnings- och belysningsändamål, via transformator från generatorklämmorna,  
varvid klämspänningen då är mindre än 25kV. I figur 1 visas en förenklad översikts-  
bild för hjälpkraftsfördelning i en kraftstation enligt hittills känd teknik. Fyra alternati-



va inmatningsvägar till en hjälpkraftsskena 200 visas. Två generatorer G1, G2 är sålunda via varsin transformator 202, 204 anslutna till ett kraftnät. Avgreningar till en hjälpkraftstransformator 206, 208 ligger utanför generatorbrytarna 210, 212. Genom dessa hjälpkraftstransformatörer 206, 208 avgrenas således hjälpkraft till hjäl-  
5 kraftsskenan 200. I figuren visas också en diselgenerator 218 och matning från t.ex. det lokala fördelningsnätet, vid 220, såsom ytterligare två inmatningsalternativ till hjälpkraftsskenan 200. Fördelningen av hjälpkraft från hjälpkraftsskenan 200 sker sedan via växelströmsfördelningsskenor 222 och likströmsfördelningsskenor 224, såsom beskrivs närmare nedan.

10 I figur 2 visas en modifiering av den i figur 1 visade hjälpkraftsfördelningen, likaledes utförd med fyra inmatningsalternativ. Två av inmatningsalternativen innefattar generatorer 226, 228 med extra statorlindningar för hjälpkraftsgenerering och magnetisering 230, 232 respektive 234, 236. Vid båda utförandena enligt figurerna 1 och 2 innebär omkoppling mellan olika inmatningsalternativ ett temporärt spän-  
15 ningsavbrott på hjälpkraftsskenan 200.

Vid konventionella anläggningar tas således hjälpkraft ofta från generator-  
klämmorna via transformatorer, varvid klämspänningen är mindre än 25kV. Typiska  
hjälpkraftsspänningar är 400V - 690V, 3,3 kV, 6,6kV, 6kV - 10kV. Från generatorns  
klämspänning tranformeras således spänningen ofta till en eller flera av dessa disk-  
20 reta nivåer via minst en transformator för hjälpkraften.

Hjälpkraftsutrustning för exempelvis belysning och uppvärmning kräver ofta  
en spänning av 380-220 V, varvid kraftsystemet innefattar minst en lokal krafttrans-  
formator för nedtransformering av spänningen från generatorspänning till denna  
hjälpkraftsspänning eller en hjälpkraftslindning kan vara anordnad i krafttransforma-  
25 torn för denna nedtransformering. Båda dessa alternativ för hjälpkraftsgenerering  
kräver extra utrustning i form av endera en extra transformator eller en komplicerad  
krafttransformatorkonstruktion, vilket är utrymmeskrävande och fördyrande omstän-  
digheter i en elkraftanläggning.

Ovannämnda problem accentueras vid elektriska maskiner med en kläm-  
30 spänning i intervallet 36-800 kV.

Syftet med föreliggande uppfinning är därför att åstadkomma en elkraftan-  
läggning innefattande minst en elektrisk maskin av växelströmstyp utförd för att an-  
slutas direkt till distributions- eller transmissionsnät, vilken kraftanläggning vidare

innefattar hjälpkraftsanordningar för att på enkelt sätt åstadkomma erforderlig hjälpkraft.

#### Sammanfattning av uppfinningen

5 Detta syfte uppnås med en elkraftanläggning av inledningsvis angivet slag med i patentkravet 1 angivna kännetecken.

Den isolerade ledaren eller högspänningskabeln som används vid föreliggande uppfinning är flexibel och böjlig och av det slag som närmare beskrivs i WO 97/45919 och WO 97/45847. Ytterligare beskrivning av den isolerade ledaren eller  
10 kabeln finns i WO 97/45918, WO 97/45930 och WO 97/45931.

Således är, vid anordningen enligt uppfinningen, lindningarna företrädesvis av ett slag motsvarande kablar med fast extruderad isolation som i dag används för kraftdistribution, t.ex. s.k. PEX-kablar eller kablar med EPR-isolation. En sådan innefattar en inre ledare sammansatt av en eller flera kardeler, ett ledaren omgivande  
15 inre halvledande skikt, ett detta omgivande fast isoleringsskikt och ett isoleringsskiktet omgivande yttre halvledande skikt. Dylära kablar är böjliga vilket är en väsentlig egenskap i sammanhanget eftersom tekniken för anordningen enligt uppfinningen i första hand baserar sig på ett lindningssystem där lindningen görs med ledningar som böjs vid montering. En PEX-kabel har normalt en böjlighet motsvarande en  
20 krökningsradie på ca 20 cm för en kabel med 30 mm diameter och en krökningsradie på ca 65 cm för en kabel med 80 mm diameter. Med uttrycket böjlig avses i denna ansökan således att lindningen är böjlig ned till en krökningsradie i storleksordningen 4 gånger kabeldiametern och företrädesvis 8-12 gånger kabeldiametern.

Lindningen bör vara utförd så att den kan bibehålla sina egenskaper även  
25 när den böjs och när den under drift ut-sättes för termiska eller mekaniska påkänningar. Att skikten bibehåller sin vidhäftning vid varandra är av stor betydelse i detta sammanhang. Avgörande är här skiktens materialegenskaper, framför allt deras elasticitet och deras relativa värmeutvidgningskoefficienter. För exempelvis en PEX-kabel är det isolerande skiktet av tvärbunden lågdensitetspolyeten och de halvle-  
30 dande skikten av polyeten med inblandade sot- och metallpartiklar. Volymförändringar till följd av temperaturförändringar upptas helt som radieförändringar i kabeln och tack vare den jämförelsevis ringa skillnaden hos skiktens värmeutvidgningsko-

efficienter i förhållande till den elasticitet som dessa material har, så kommer kabelns radiella expansion att kunna ske utan att skikten lossnar från varandra.

Ovan angivna materialkombinationer är endast att ses som exempel. Inom uppfinningens ram faller naturligtvis även andra kombinationer som uppfyller de nämnda villkoren och uppfyller villkoren att vara halvledande, dvs. med en resistivitet i området  $10^{-1} - 10^6$  ohm-cm, t. ex. 1 - 500 ohm-cm, eller 10 - 200 ohm-cm.

Det isolerande skiktet kan exempelvis utgöras av ett fast termoplastiskt material såsom lågdensitetspolyeten (LDPE), högdensitetspolyeten (HDPE), polypropylen (PP), poly-butylen (PB), polymetylpenten (PMP), tvärbundna material såsom tvärbunden polyetylen (XLPE eller PEX) eller gummi såsom etylen-propylengummi (EPR) eller silikongummi.

De inre och yttre halvledande skikten kan ha samma basmaterial men med inblandning av partiklar av ledande material såsom sot eller metallpulver.

De mekaniska egenskaperna hos dessa material, fram-för allt deras värmeutvidgningskoefficienter, påverkas ganska ringa av om det är inblandat med sot eller metallpulver eller ej, dvs i de proportioner som erfordras för att uppnå den enligt uppfinningen erforderliga ledningsförmågan. Det isolerande skiktet och de halvledande skikten får därmed i stort sett samma värmeutvidgningskoefficienter.

För de halvledande skikten kan även etylenvinyl-acetatsampolymer/nitrilgummi, butylmppolyeten, etylen-akrylat-sampolymer och etylenetylakrylat-sampolymer utgöra lämpliga polymerer.

Även då olika slag av material användes som bas i respektive skikt är det önskvärt att deras värmedutvidgnings-koefficient är av samma storleksordning. För kombinationen av de ovan uppräknade materialen förhåller det sig på detta sätt.

De ovan uppräknade materialen har en ganska god elasticitet med en E-modul  $E < 500$  MPa, företrädesvis  $< 200$  MPa. Elasticiteten är tillräcklig för att eventuella smärre avvikelser hos värmeutvidgningskoefficienterna för materialen i skikten kommer att upptas i radialriktningen av elasticiteten så att ej sprickor eller andra skador uppstår och så att skikten ej släpper från varandra. Materialet i skikten är elastiska och vidhäftningen mellan skikten av åtminstone samma storleksordning som i det svagaste av materialen.

Ledningsförmågan hos de båda halvledande skikten är tillräckligt stor för att i huvudsak utjämna potentialen längs respektive skikt. Ledningsförmågan hos det

29 -09- 1998

yttre halvledande skiktet är så pass stor att det yttre halvledande skiktet har tillräcklig ledningsförmåga för att innesluta det elektriska fältet i kabeln, men samtidigt liten nog att ej ge anledning till signifikanta förluster p g a i skiktets längsriktning inducerade strömmar.

- 5 Vardera av de båda halvledande skikten utgör således väsentligen en ekvipotentialyta och lindningen med dessa skikt kommer att i huvudsak innesluta det elektriska fältet inom sig.

Det utesluts naturligtvis inte att ytterligare ett eller flera halvledande skikt kan vara anordnade i det isolerande skiktet.

- 10 Enligt en fördelaktig utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen har åtminstone två närbelägna skikt hos maskinens lindning väsentligen lika stora värmeutvidgningskoefficienter. Härigenom undviker man skador genom sprickbildning eller liknande i det isolerande skiktet.

- 15 Enligt en annan fördelaktig utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen är nämnda skikt anordnade att vidhäfta varandra även då den isolerade ledaren böjs. Härigenom säkerställer man god kontakt hela tiden mellan skikten.

- Enligt andra fördelaktiga utföringsformer av anläggningen enligt uppfinningen innefattar hjälpkraftsanordningarna minst en hjälpkraftskälla, som är ansluten till en, för fördelning av hjälpkraft avsedd hjälpkraftsskena via kraftelektronikutrustning för konstanthållning av spänningen på hjälpkraftsskenan, varvid kraftelektronikutrustningen uppvisar ett likspännings-mellanled, till vilket en back-up spänning vid behov är inkopplingsbar. Ett batteri är härvid lämpligen anslutet till likspänningsmellanledet för att leverera en förutbestämd back-up spänning till likspänningsmellanledet om dess spänningsnivå sjunker under nämnda förutbestämda nivå. Genom denna förstärkning av likspänningsmellanledet kan temporär överlast hanteras utan att den ordinarie matningskällan överbelastas. Även vid temporära avbrott i den ordinarie matningen kan på detta sätt spänning och frekvens upprätthållas på hjälpkraftsskenan. På detta sätt kan kraftelektroniken användas tillsammans med matningskällor såsom synkron-/asynkrongeneratorer med konstant eller varierande frekvens och spänning samt tillsammans med transformatorer med lämpliga nivåer på sekundärspänningen. Hjälpkraftsskenan kan även matas från ett flertal parallella matningskällor.
- 20
- 25
- 30

Enligt en annan fördelaktig utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen är kraftelektronikutrustningen anordnad för valbar styrning av effektflyde från hjälpkrafts- generator till hjälpkraftsskena eller från hjälpkraftsskena till hjälpgenerator, alternativt från hjälpkraftslindning i flerlindningsmaskin till hjälpkraftsskena eller från hjälpkraftsskena till hjälpkraftslindning i flerlindningsmaskinen. Härigenom kan 5  
utrustningen för hjälpkraftsgenerering även användas för elektrisk bromsning av den elektriska maskinen ända ned till stopp. Detta är en väsentlig fördel jämfört med tidigare känd teknik, vid vilken elektrisk nedbromsning endast är möjlig till 5-10% av utgångsvarvtalet varpå mekanisk inbromsning erfordras. Enligt föreliggande 10  
uppfinning behövs således ingen sådan mekanisk bromsutrustning.

Enligt ännu en fördelaktig utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen i det fall att den elektriska maskinen är en synkronmaskin är hjälpkraftsgeneratorns fältlindning kortslutningsbar och dess statorsida matningsbar med en trefas-spänning med ett fasläge och en frekvens så att hjälpkraftsgeneratoren fungerar som 15  
en asynkronmaskin med rotationsriktning för maximalt bromsmoment. Denna asynkron drift fungerar tills maskinen står stilla.

Enligt ytterligare fördelaktiga utföringsformer av anläggningen enligt uppfinningen är hjälpkraftsgeneratorns fältlindning kortslutningsbar och minst en statorlindning matningsbar med en likström. Härvid är med fördel en frekvensomriktare 20  
eller en separat tyristorströmriktare för enkvartrantdrift anordnad att mata statorlindningen med likström.

Enligt en annan fördelaktig utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen är hjälpkraftsgeneratoren utförd med ett för frekvensanpassning avpassat poltal. Hjälpkraftsskenan kan då ha multipla inmatningar, t ex en direktkopplad inmatning 25  
och en inmatning via en eller flera frekvensomriktare. Dubbla inmatningar ger möjlighet för växling mellan alternativa matningskällor utan spänningsavbrott på skenan.

#### Kort beskrivning av ritningarna

30 För att förklara uppfinningen närmare kommer nu såsom exempel valda utföringsformer av anläggningen enligt uppfinningen att beskrivas mera i detalj med hänvisning till figurerna 3 - 22 på bifogade ritningar, på vilka figur 1 och 2 visar översiktsskildringar av hjälpkraftsfördelningen i en kraftstation enligt tidigare känd teknik,

29-09-1998

- figur 3 visar ett schema över en utföringsform av elkraftanläggningen enligt uppfinningen med olika hjälpkraftskällor för matning av en hjälpkraftsskena via ett likspänningsmellanled,
- figur 4 visar närmare ett av exemplen i figur 3 för att åstadkomma hjälpkraft,
- 5 figur 5 visar olika matningsalternativ för magnetiseringen av en elektrisk maskin vid anläggningen enligt uppfinningen,
- figur 6 illustrerar en principlösning för att åstadkomma hjälpkraft i ett fall med flera parallella matningskällor,
- figur 7 visar en modifiering av utförandet i figur 6 vid vilket ytterligare en matningskälla i form av en jordningstransformator med extra sekundärlindning tillfogats,
- 10 figur 8 visar mera detaljerat ett exempel på utgångskretsen hos kraftelektroniken vid de i de föregående figurerna visade utföringsformerna,
- figur 9 visar en utföringsform vid vilken hjälpkraft alstras av en hjälpkraftsgenerator, vilken även är användbar för elektrisk bromsning av den elektriska maskinen,
- 15 figur 10 illustrerar ett utförande med flera inmatningsmöjligheter till hjälpkraftsskenan,
- figur 11 visar ett utföringsexempel med hjälpkraftsfördelning med flera spänningsnivåer,
- 20 figurerna 12 och 13 visar två exempel på kortslutning av fältlindningen hos hjälpkraftsgeneratoren vid bromsning,
- figur 14 visar en utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen, vid vilken en separat hjälpkraftsgenerator används vid frekvensomriktarstart,
- 25 figur 15 en utföringsform vid vilken en separat hjälpkraftslindning används vid frekvensomriktarstart av en synkronmaskin,
- figur 16 en utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen vid vilken en separat hjälpkraftslindning används vid frekvensomriktarstart av en synkronmaskin och vid vilken spänningsanpassning sker med hjälp av en trelindningstransformator,
- 30 figur 17 visar en utföringsform med två generatorer med gemensamt frekvensomriktarutrustning och

29-09-1998

figur 18 illustrerar en principlösning för hjälpkraftsfördelning vid en utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen med generatorer med variabelt varvtal.  
figur 19 visaren schematisk perspektivvy av ett diametralt snitt genom en stator hos en roterande elektrisk maskin vid en elkraftanläggning enligt uppfinningen  
5 figur 20 visar en tvärsnittsvy av en isolerad ledare använd för lindningar i maskiner vid elkraftsanläggningen enligt föreliggande uppfinning,  
figur 21 visar schematiskt en sektor av en roterande elektrisk maskin vid elkraftanläggningen enligt uppfinningen, och  
figur 22 visar en sektor av statorn motsvarande en tanddelning av den radiella sektorn i figur 21.  
10

### Beskrivning av föredragna utföringsformer

Figur 3 visar ett schema över en utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen innefattande ett antal elektriska maskiner av växelströmstyp, såsom generatorer 2, 4, 6 och en transformator 8, vilka är utförda enligt uppfinningen för anslutning direkt till en samlingsskena på hög spänning, typiskt i området 40-400 kV och via brytare 9 förbunden med kraftnätet. Generatoren 2 är utformad med en separat hjälpkraftslindning 10 för anslutning via kraftelektronik till en hjälpkraftsskena, som ligger typiskt på spänningen 400 V. Kraftelektroniken innefattar ett ingångssteg 12 i  
20 form av en likriktare 12, som är inkopplad mellan hjälpkraftslindningen 10 och ett likspänningsmellanled 14. Mellan likspänningsmellanledet 14 och hjälpkraftsskenan är ett utgångssteg 16 i form av en växelriktare samt en transformator 18 anordnade. Ingångssteget 12, likspänningsmellanledet 14 och utgångssteget 16 utgör i princip en frekvensomriktare med ett konstant likspänningsmellanled.

25 Generatoren 4 uppvisar ett tappningsuttag, som är anslutet via transformator 20 och ingångssteg 22 till likspänningsmellanledet 14 för avtappning av hjälpkraft.

Generatoren 6 är anordnad att driva en separat hjälpkraftsgenerator 24, vilken i sin tur är ansluten till likspänningsmellanledet 14 via ett ingångssteg 26.

Såsom ytterligare ett exempel på hjälpkraftskälla visas en till samlingsskenan direktansluten jordningstransformator 8 försedd med en extra sekundärlindning  
30 28 för uttag av hjälpkraft. Sekundärlindningen 28 är via ett ingångssteg 30 ansluten till likspänningsmellanledet 14.

En back-up krets i form av ett batteri 32 är anslutet till likspänningsmellanledet 14 via en halvledarventil 34, som blockerar kretsen under normal drift, och ett motstånd 36. I det fall att ingångsstegens 12, 22, 26, 30 ordinarie matningskällor är begränsande för konstanthållning av frekvensomriktarnas utspänning vid temporära  
5 överlaster och temporära avbrott i matningen träder back-up kretsen 32, 34, 36 i funktion och upprätthåller konstant spänning på likspänningsmellanledet 14. Härigenom undviker man att matningskällan eller -källorna överbelastas vid temporär överbelastning eller avbrott. Back-up kretsen 32, 34, 36 tjänar således som förstärkning av likspänningsmellanledet 14.

10 Vid systemlösningar med flera parallella inmatningar, såsom den i figur 3 visade matningen av likspänningsmellanledet 14 kan även utrustningar för lastdelning ingå.

Vid maximalt tillåten ström i inmatningen skall nivåer på ingångsstegens 12, 22, 26, 30 utspänning, dvs spänningen på likspänningsmellanledet 14, underskrida  
15 nivån för back-up kretsens 32, 34, 36 backupspänning, vilken sålunda då inkopplas.

Även hjälpkraftsskenan uppvisar exempel på flera parallella inmatningar, nämligen, förutom inmatningen 16, 18 från likspänningsmellanledet 14, en diesel-driven generator 38 och en via transformatorn 40 ansluten extern matningskälla.

Figur 4 visar närmare en utföringsform med en elektrisk maskin i form av en  
20 synkronmaskin 42 med en extra hjälpkraftslindning 44. Spänningen från hjälpkraftslindningen 44 likriktas i kraftelektronikens ingångssteg 46. Kraftelektronikens 48 likspänningsmellanled får ett lastberoende spänningsvärde ULS, vilket visualiseras som en konstant spänning U minus ett lastberoende spänningsfall  $\Delta U_{RL}$  över motståndet R1 och induktansen L.

25 Till likspänningsmellanledet 50 är också en back-up krets i form av ett batteri 52, en halvledarventil 54 och ett motstånd 56 ansluten, såsom beskrivits ovan i anslutning till figur 1.

Vid maximalt tillåten ström  $I_{max}$  i matningskretsen 58 från hjälplindningen 44 underskrider spänningsnivån ULS på likspänningsmellanledet 50 nivån på back-  
30 up spänningen  $U_B$  från back-up kretsen 52, 54, 56, varvid denna inkopplas via halvledarventilen 54.

Back-up kretsen underhållsladdas via motståndet 56 och kretsen blockeras under normal drift med hjälp av halvledarventilen 54.



29-09-1998

I fallet med konstant spänning och frekvens kan ingångssteget 46 realiseras med en traditionell diodbrygga och det lastberoende spänningsfallet  $\Delta U_{RL}$  åstadkoms med hjälp av motståndet  $R_1$  och induktansen  $L$ . Vid systemlösningar där matningsspänningen kan variera såväl till nivå som till frekvens realiseras engångssteget 46 lämpligen med hjälp av styrbara halvledarelement och spänningsnivån  $U_{LS}$  på likspänningsmellanledet 50 anpassas till aktuell driftsituation genom strömstyrd spänningsreglering. Underhållsladdning av back-up kretsens batteri 52 sker med konventionell utrustning för batteriladdning och halvledarventilen kan ersättas med t ex en tyristorswitch med tändkrets för kontrollerad aktivering av back-up kretsen.

10 I kraftelektronikens 48 utgångssteg, innefattande en växelriktare 60 och transformator 62, sker en spänningsomvandling och filtrering av övertonshalten, såsom beskrivs närmare nedan i anslutning till figur 8.

Hjälpkraftsfördelningen innefattar normalt en växelspänningsskena 64 och en eller två likspänningsskenor 66, 68. Likspänningsskenorna 66, 68 matas dels 15 från batteri 70, 72 och dels via omriktare 74, 76. Omriktaren 74, 76 kan matas från växelspänningsskenan 64, alternativt från kraftelektronikens 48 mellanled 50.

I figur 5 visas ett utförande liknande det i figur 2 med olika matningsalternativ för maskinens 42 magnetisering. Som matningskälla för magnetiseringen utnyttjas den extra hjälpkraftslindningen 44. Härvid är det av vikt att maskinens 42 fältlindning 74, alternativt matarfältet, är galvaniskt separerat från magnetiseringsutrustningens matningskälla. 20

Magnetiseringen kan ske med hjälp av traditionell strömriktarutrustning, varvid man i stället för hjälpkraftslindningen 44, kan utnyttja en separat synkronmaskin eller permanentmagnetgenerator 76 eller matning från hjälpkraftsskenan 64.

25 Alternativt kan magnetiseringen ske från likspänningsmellanledet 50 med hjälp av en chopperkoppling 78 med galvanisk separation av in- och utmatning.

Vilken typ av matning man väljer för maskinens 42 magnetisering beror i första hand på hur kraftig magnetisering man önskar. I allmänhet väljer man inte matning från hjälpkraftsskenan 64 i de fall att kraftig magnetisering önskas.

30 I figur 6 visas en utföringsform liknande den i figurerna 2 och 3, vid vilken hjälpkraft inmatas till likspänningsmellanledet 50 genom flera parallella inmatningar, 58, 78, 80. Två matningsalternativ för maskinens 42 magnetisering, nämligen från hjälpkraftslindningen 44 och från likspänningsmellanledet 50, visas likaledes i figu-

29-09-1998

ren. Vid krav på redundans är det lämpligt att två alternativ för magnetiseringen utnyttjas.

Vid det i figur 6 visade utförandet innehåller således kraftelektroniken flera parallella ingångssteg 58, 78, 80. Vid krav på galvanisk separation mellan matningskällorna kompletteras respektive ingångssteg med en transformator. I det fall  
5 att strömbegränsning erfordras för skydd av en eller flera matningskällor är individuell strömstyrd spänningsreglering av respektive ingångssteg nödvändig. I detta utförande kan ingångskretsarna från de olika matningskällorna matas med såväl varierande spänningsnivå som varierande frekvens.

10 I figur 7 visas ytterligare en utföringsform med flera parallella inmatningar till likspänningsmellanledet 50 såsom i figur 6, varvid en av inmatningskällorna innefattar en jordningstransformator 82 med extra sekundär lindning 84. Jordningstransformatorns 82 primära uppgift är att åstadkomma en konstgjord nollpunkt för systemjordning för eliminering av cirkulerande trejetonsströmmar vid drift  
15 av en eller flera parallella generatorer 42, 86, 88 och dels att begränsa nollpunktsströmmen vid externa fel.

I figuren visas två alternativa matningsalternativ från transformatorn 82, ALT 1 respektive ALT 2. Vid ALT 1 sker matningen via likspänningsmellanledet 50, medan i ALT 2 hjälpkraftsskenan 90 matas direkt från jordningstransformatorns 82 sekundärlindning 84. Härvid krävs att spänningen från sekundärlindningen 84 är  
20 anpassad till spänningen på hjälpkraftsskenan 90.

I figur 8 visas mera i detalj ett utföringsexempel på kraftelektronikens huvudkrets, innefattande ingångssteg inkopplade mellan en matningskälla och likspänningsmellanledet 50, som tjänar som summeringspunkt. Till likspänningsmellanledet 50 är, såsom beskrivits ovan, en back-up krets av batteri 52, halvledarventil 54, och motstånd 56 ansluten och mellan likspänningsmellanledet 50 och  
25 hjälpkraftsskenan är ett utgångssteg inkopplat för spänningsomvandling och filtrering av övertoner. Ingångsstegen, som huvudsakligen är avsedda för likriktning av spänningen från matningskällan, liksom utgångssteget, avsett för växelriktning, är i  
30 sig tidigare kända och beskrivs ej i detalj.

Figur 9 visar en utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen, vid vilken utrustningen för hjälpkraftsgenerering även kan användas för elektrisk bromsning av maskinen, varvid bromsverkan fungerar ända ned till stillestånd.

Anläggningen innefattar sålunda en elektrisk maskin 92 med borstlös magnetisering samt en hjälpkrafts-generator 94, likaledes med borstlös magnetisering. Hjälpkraftsgeneratoren 94 är via frekvensomriktare 96 ansluten till en hjälpkraftsskenan 98. Till hjälpkraftsskenan 98 kan även andra matningskällor, såsom en extern källa, vid 100 eller en dieselgenerator 102, vara ansluten.

För magnetisering av maskinen 92 och hjälpkraftsgeneratoren 94 är en gemensam roterande magnetiseringsutrustning 104 inrättad. Denna magnetiseringsutrustning innefattar en permanentmagnetgenerator 106 samt likriktarelement, såsom tyristorbryggor 108, 110 för matning av generatorernas 92, 94 fältlindningar 112, 114. Tyristorbryggorna 108, 110 är styrda från en stationär regulatoranordning 116 via varsin enhet för trådlös kommunikation. Vardera kommunikationsenheten innefattar en med regulatoranordningen 116 förbunden, stillastående sändar- och/eller mottagarenhet 118 och en vid den roterande magnetiseringsutrustningen anbringad mottagar- och/eller sändarenhet.

I figur 9 är också en förbindelse 122 antydd mellan maskinen 92 och regulatoranordningen 116, varigenom maskinens 92 utspänning kan regleras genom reglering av magnetiseringen. Vidare är en förbindelse 124 antydd för mätning av nätspänningen, vilken erfordras för maskinens 92 infasning.

Utrustningen för hjälpkraftsgenerering innefattar i detta utförande frekvensomriktarutrustning 96 för flerkvadrantdrift och kan användas för elektrisk bromsning av maskinen 92. Bromsverkan åstadkoms genom kortslutning av hjälpkraftsgenerators 94 fältlindning 114 och matning av dess statorsida med en trefassspänning med ett fasläge och en frekvens som möjliggör att hjälpkraftsgeneratoren 94 (synkronmaskin) fungerar som en asynkronmaskin med rotationsriktning för maximalt bromsmoment. Asynkrondriften kan fortgå tills maskinen 92 står helt stilla. Detta beskrivs mera i detalj nedan i anslutning till figur 12.

Bromsverkan kan även åstadkommas genom kortslutning av hjälpgenerators 94 fältlindning 114 och matning av dess statorlindning med likström, vilket beskrivs närmare nedan i anslutning till figur 13.

Avgörande för hur hjälpkraftsgeneratoren 94 kan användas för bromsning är hur länge den kan överbelastas utan att skadas.

I figur 10 visas ett exempel på flera inmatningsmöjligheter till hjälpkraftsskenan 126. Förutom t ex en extern matningskälla 128 och dieselgenerator 130, visas två generatorer 132, 134, vilka delar på en gemensam frekvensomriktarutrustning

136, vilken i tur och ordning kan koppla hjälpkraftsgeneratorerna 132, 134 till hjälpkraftsskenan 126. Alternativt kan hjälpgeneratorerna 132, 134 kopplas direkt (via transformator 138) till hjälpkraftsskenan 126. Såväl matning via frekvensomriktare 136 som direktinkopplad matning från hjälpgeneratorerna 132, 134 är således möjlig, liksom alternativa matningar 128, 130.

I figur 11 visas en utföringsform med hjälpkraftsfördelning med flera spänningsnivåer. Generatorerna 140, 142 kan sålunda vara direkt anslutna till en 6 kV nivå och dels via transformatorer 144, 146 med extra sekundärlinjer, dels direkt med hjälpkraftsskenan 150, dels via frekvensomriktarutrustning 148. Hjälpkraftsskenan ligger typiskt på 0,4 kV och matar via omriktare 152, 154 likspänningskennor 156, 158, på sätt som beskrivits ovan, men även andra och eventuellt flera spänningsnivåer kan förekomma.

Figur 12 illustrerar närmare principen för kortslutning av hjälpkraftsgeneratorns 160 fältlindning 162 vid bromsdrift. Fältlindningen 162 är sålunda ansluten till magnetiseringsutrustningen 164 via en tyristorkortslutare 166 innefattande två motriktade tyristorer 168, 170 med tillhörande tändkretsar 172, 174. Generatorns 160 statorsida matas med växelspanning via frekvensomriktare 176 med fasläge och frekvens så att maskinen fungerar som en asynkronmaskin med rotationsriktning för maximalt bromsmoment.

I figur 13 visas ett alternativt utförande, vid vilket generatorn 160 på statorsidan matas med likspänning från en tyristorströmriktare 178. På detta sätt realiserar således en motströmsbroms, vars bromsverkan realiserar med likspänning.

I figur 14 visas en utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen vid vilken en separat hjälpkraftsgenerator G2 används som startmotor. Hjälpkraftsgeneratorn G2 drivs av den elektriska maskinen G1, vilken är direkt ansluten till kraftnätet. Hjälpkraftsskenan 240 ligger typiskt på en spänning av 0,4 kV och uppvisar tre inmatningsalternativ, nämligen en diselgenerator Gd, en inmatning från en extern matningskälla 241 via en transformator T2, och den separata hjälpkraftsgeneratorn G2, som är ansluten till hjälpkraftsskenan 240 via en transformator T1 för spänningsanpassning. Vid tidpunkten för start av maskinen G1 öppnas brytarna CB1, CB2 och CB5. Hjälpkraftsskenan 240 spänningssätts via en av de nämnda matningsalternativen Gd, 241. Under tiden för startförloppets första steg är brytaren CB4 sluten och brytaren CB5 öppen, vilket innebär att frekvensomriktaren FC är direkt kopplad till hjälpkraftsgeneratorn G2. Under tiden för ett andra steg av start-

förloppet är brytaren CB4 öppen och brytaren CB5 sluten. Under startförloppet matas hjälpkraftsgeneratorns G2 magnetiseringsutrustning EXC från hjälpkraftsskenan 240 via transformatorn T3. Efter infasning av maskinen G1 i motordrift sker omkoppling till ordinarie magnetiseringsmatning och hjälpkraftsskenan 240 spänningssätts från det yttre nätet genom matning via maskinen G1 och hjälpkraftsgeneratoren G2. Brytaren CB1 sluts och övriga hjälpsystem kan startas.

I figur 15 visas en alternativ utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen vid vilken en separat hjälpkraftslindning 242 hos maskinen G1 används vid start. På liknande sätt som vid den i figur 14 visade utföringsformen har hjälpkraftsskenan 240 tre inmatningsalternativ, av vilka en matningskälla är den separata hjälpkraftslindningen 242 hos maskinen G1, vilken matar hjälpkraftsskenan 240 via transformatorn T1 för spänningsanpassning. Startförloppet är det samma som vid den i figur 14 visade utföringsformen och efter infasning av maskinen G1 i motordrift sker omkoppling till ordinarie matning av magnetiseringsutrustningen EXC och hjälpkraftsskenan 240 spänningssätts från det yttre nätet genom maskinen G1 och dess hjälpkraftslindning 242. Efter infasning av synkronmaskinen G1 kan denna ha följande samtida driftmoder: En synkronmotormod för drivning av t.ex. en turbindel i luft eller vakuum, en synkronkompensatormod för generering av reaktiv effekt för spänningshållning och en transformatormod för nedtransformering och överföring av såväl aktiv som reaktiv effekt till hjälpkraftsskenan.

Figur 16 visar en modifiering av utföringsformen i figur 15, vid vilken en trelindningstransformator 244 är ansluten till maskinens G1 hjälpkraftslindning 242. Via trelindningstransformatorns 244 ena sekundärlindning och transformatorn 243 matas hjälpkraftsskenan 240 medan trelindningstransformatorns 244 andra sekundärlindning används för magnetisering av maskinen G1. Startförloppet liksom den normala driften sker på analogt sätt som vid utföringsformen enligt figur 15.

I figur 17 visas en utföringsform av anläggningen enligt uppfinningen med två maskiner eller generatorer 246, 248 med gemensam frekvensomriktarutrustning FC för start. Vardera generatoren 246, 248 innefattar en extra hjälpkraftslindning 250, 252 för matning av hjälpkraftsskenan 254 på analogt sätt som vid utföringsformen enligt figur 15. Hjälpkraftssystemen kan sammankopplas med brytaren CB7 och hjälpkraftslindningarna separeras från respektive hjälpkraftsskena 254 med hjälp av brytarna CB1 respektive CB4. I figuren visas vidare turbindelar ST1 och

ST2 anslutna till maskinerna 246, 248 via varsin koppling C1, C2. För övrigt är funktionen av den i figur 17 visade utföringsformen densamma som vid utföringsformen enligt figur 15.

I figur 18 illustreras ytterligare en princip för hjälpkraftsfördelning vid variabelt varvtal hos anläggningens maskiner 256, 258. Hjälpkraftsfördelningen på stationsnivå kan spänningssättas via en av fyra alternativa inmatningsvägar, nämligen från endera maskinen 256 eller maskinen 258, eller från en dieselgenerator 260, eller från en extern matningskälla 262. Vid start av maskinen 258 spänningssätts hjälpkraftsfördelningen för maskinen 258 temporärt via hjälpkraftsfördelningen för stationsnivå, varvid den ordinarie inmatningen från maskinen 258 öppnas innan spänningssättningen sker. Efter start och spänningsuppbyggnad sker omkoppling till ordinarie matning, det vill säga maskinen 258 producerar sin egen hjälpkraft. Konstant varvtal på pumpdrifter och dylikt vid variation i matande nätets spänning och frekvens upprätthålls med hjälp av integralmotorer 264. Till hjälpkraftsfördelningen på stationsnivå är likspännings- och växelspänningsfördelningsskenor anslutna på sätt som beskrivits ovan. Den prioriterade växelspänningsfördelningsskenan matas via frekvensomriktare 266, 268 med konstant likspänningsmellanled 270 och batteri back-up 272, såsom beskrivits ovan.

Ett flertal modifikationer av de ovan visade och beskrivna utföringsexemplen är självfallet möjliga inom uppfinningens ram. Sålunda kan såväl hjälpkraftsgenerator som maskin magnetiseras med hjälp av statisk matare eller borstlösa matare med diodlikriktare. Vidare kan självfallet anpassning och kopplingsautomatik mellan hjälpkraftsgeneratorer och hjälpkraftsskenor realiseras på flera olika sätt. Startmetoder och principer kan variera från anläggning till anläggning och i en del fall kan frekvensomriktaren matas för start från en separat matningskälla, eventuellt från en separat dieselgenerator.

Ledningarna och övrig utrustning för hjälpkraftsgenerering kan även användas för såväl elektrisk bromsning som frekvensomriktarstart av maskinerna.

Figur 19 visar en del av en elektrisk växelströmsmaskin av den typ som ingår i anläggningen enligt uppfinningen. Rotorn har tagits bort för att lättare visa hur statorn 1 är uppbyggd. Statorns 1 huvuddelar är en statorstomme 25, en statorkärna 3, innefattande statortänder 27 och en statorrygg definierande ett yttre ryggparti 5. Vidare innefattar statorn en, av en isolerad ledare bildad statorlindning 29 placerad i ett cykelkedjeformat utrymme 7, även kallat spår, se figur 21, bildat mellan var-

je enskild statortand 27. Statorlindningen 29 är i figur 21 endast markerad med dess ledare. Som framgår av figur 19 bildar statorlindningen 27 ett s k härvändspaket 31 vid statorns 1 båda sidor. Av figur 21 framgår dessutom att den isolerade ledaren är trappad i flera dimensioner beroende på dess radiella läge i statorn 1.

5 Statorstommen 25 utgörs vid större konventionella maskiner ofta av en svetsad stålplåtskonstruktion. Statorkärnan 3, även kallad plåtkärnan, är normalt vid större maskiner utformad av 0,35 mm s k elplåt uppdelad i paket med en axiell längd av omkring 50 mm skilda från varandra med mellanlägg bildande 5 mm ventilationskanaler. Vid en maskin av det slag som ingår i anläggningen enligt föreliggande uppfinning är ventilationskanalerna dock eliminerade. Konstruktionen av varje  
10 plåtpaket görs vid större maskiner genom att lämpligt stora stansade plåtsegment 9 lägges ihop till ett första skikt, varvid varje efterföljande skikt korslägges för uppbyggnad av en fullständig skivformad del av en statorkärna 3. Delarna och mellanlaggen sammanhålls med tryckskänklar 33 som pressas mot, ej visade, tryckringar, tryckfingrar eller trycksegment. Endast två tryckskänklar har utritats i fig. 19.  
15

I figur 20 visas en tvärsnittsvy av en isolerad ledare 11, avsedd att användas i lindningarna vid maskinen eller maskinerna i anläggningen enligt föreliggande uppfinning. Den isolerade ledaren 11 innefattar ett antal kardeler 35 med cirkulärt tvärsnitt av exempelvis koppar (Cu). Dessa kardeler 35 är anordnade i mitten av  
20 den isolerade ledaren 11. Runt kardelerna 35 är anordnat ett första halvledande skikt 13. Runt det första halvledande skiktet 13 finns anordnat ett isolationsskikt 37, t ex PEX-isolation. Runt isolationsskiktet 37 finns anordnat ett andra halvledande skikt 15. Den isolerade ledaren är böjlig och bibehåller den egenskapen under hela sin livslängd. De tre skikten är utförda så att de vidhäftar varandra även då den isolerade ledaren böjs. Den isolerade ledaren har en diameter i intervallet 20 - 250 mm  
25 och en ledningsarea i intervallet 80 - 3000 mm<sup>2</sup>.

Figur 21 visar schematiskt en radiell sektor av en maskin med ett plåtsegment 9 av statorn 1 samt med en rotorpol 39 på maskinens rotor 17. Vidare framgår att statorlindningen 29 är anordnad i det cykelkedjeformade utrymmet 7 bildat mellan varje statortand 27. Varje statortand 27 sträcker sig radiellt inåt från det yttre  
30 ryggpartiet 5.

Figur 22 visar en sektor motsvarande en tanddelning av den radiella sektorn i figur 21 med statorlindningen 29 i spåret 7, vilket är utfört i tre steg med det radiellt

sett innersta steget uppvisande den minsta diametern och det radiellt sett yttersta steget med den största diametern. Varje steg är försett med fyra lindningsvarv vardera. Spåret 7 har en botten 41 vid dess yttersta radie och en topp 21 vid dess innersta radie. Utföringsformen i figur 22 visar en hjälpkraftslindning 43 anordnad i en  
5 kanal 23 placerad i anslutning till spårets botten 41 genom vilken hjälpkraftslindningen 43 löper. Vidare är kanalen 23 med dess hjälpkraftslindning 43 radiellt placerad i förhållande till statorlindningen 29. Den fullständiga hjälpkraftslindningen erhålles genom att lämpligt antal spår 7 är försedda med kanaler 23 i spårens botten 20, så att lämpligt antal lindningsvarv erhålles beroende på önskad hjälpkraftsspänning. Placeringen enligt figur 22 innebär fördelar vad gäller monteringen av lind-  
10 ningen. Vidare innebär placeringen lägre förluster i extralindningen samt att läckreaktansen för huvudlindningen inte ökar. Hjälpkraftslindningen utföres på samma sätt som huvudlindningen men med betydligt färre varv vilket ger en lägre klämspänning. Effekttuttaget från hjälpkraftslindningen ligger i intervallet några enstaka  
15 kW upp till ca 25% av maskinens totala effekt. Hjälpkraftslindningen utgörs således av den effektmässigt sett mindre lindningen och är placerad i botten av spåret 7.

Hjälpkraftsspänningen för stationsbehovet är bestämd till vissa värden, exempelvis 400V-690V-3kV, 3kV-6,6kV eller 10kV, men beroende på primära konstruktionsparametrar hos generatorkonstruktionen kanske dessa bestämda spän-  
20 ningsnivåer inte direkt kan erhållas varför dimensioneringen av hjälpkraftslindningen görs för att ansluta så nära som möjligt till dessa värden för att en transformering till dessa värden skall kunna göras med en förhållandevis enkel transformator.

Den i figur 22 visade utföringsformen av en hjälpkraftslindning utgör endast en möjlig lösning av lindningens placering. Lindningen kan även placeras i spårets  
25 topp 21 eller någonstans längs spåret. Dessutom kan ett spår vara försett med mer än ett lindningsvarv. Vidare behöver inte varje spår vara försett med hjälpkraftslindning utan exempelvis vartannat eller vart tredje spår kan vara försett med lindningen. Således kan inom ramen för uppfinningen en mängd varianter av utföringsformer väljas beroende på generatorns konstruktionsparametrar samt den önskade  
30 hjälpkraftsspänning för stationsbehovet. Den gemensamma nämnaren för samtliga utföringsformer är att generatorm är försedd med en statorlindning av högspänningstyp samt att hjälpkraftslindningen är förlagd i eller i anslutning till spåret. Med "i



Statorn innefattar således åtminstone ett lindningssystem som hjälpkrafts-  
lindning av fast isolerade ledare av det ovan beskrivna slaget, placerade och arran-  
gerade så att de länkar så mycket magnetiskt flöde att den inducerade spänningen  
lämpar sig för direkt inkoppling på distributions- eller transmissionsnät, dvs typiskt  
36kV - 800kV.

PATENTKRAV

29 -09- 1998

1. Elkraftsanläggning innefattande minst en elektrisk maskin (2, 4, 6, 8) av växelströmstyp, avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät  
5 och innefattande minst en elektrisk lindning, **kännetecknad av** att maskinens (2, 4, 6, 8) lindning innefattar minst en elektrisk ledare (35), ett ledaren omslutande första skikt (13) med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt (37) och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt (15) med halvledande egenskaper samt att hjälpkraftsanordningar (10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24,  
10 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40) är inrättade att åstadkomma erforderlig hjälpkraft.
2. Anläggning enligt krav 1, **kännetecknad av** att potentialen på det första skiktet är väsentligen lika med potentialen på ledaren.
3. Anläggning enligt krav 1 eller 2, **kännetecknad av** att det andra skiktet är anordnat att bilda väsentligen en ekvipotentialyta, omgivande ledaren.
- 15 4. Anläggning enligt krav 3, **kännetecknad av** att det andra skiktet är anslutet till en förutbestämd potential.
5. Anläggning enligt krav 4, **kännetecknad av** att nämnda förutbestämda potential är jordpotential.
6. Anläggning enligt något av föregående krav, **kännetecknad av** att åtminstone två närbelägna skikt hos maskinens lindning har väsentligen lika stora värmeutvidgningskoefficienter.  
20
7. Anläggning enligt något av föregående krav, **kännetecknad av** att ledaren innefattar ett antal kardeler, av vilka åtminstone några är i elektrisk kontakt med varandra.
- 25 8. Anläggning enligt något av föregående krav, **kännetecknad av** att vart och ett av nämnda tre skikt är fast förbundet med närbelägna skikt längs väsentligen hela anläggningsytan.

29-09-1998

9. Anläggning enligt något av föregående krav, **kännetecknad av** att nämnda skikt är anordnade att vidhäfta varandra även då den isolerade ledaren böjs.
10. Elkraftsanläggning innefattande minst en elektrisk maskin av växelströmstyp, avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät och innefattande en magnetisk kärna och minst en elektrisk lindning, **kännetecknad av** att lindningen är bildad av en kabel innefattande en eller flera strömförande ledare, varvid varje ledare uppvisar ett antal kardeler, ett inre halvledande skikt anordnat runt varje ledare, ett isolerande skikt av fast isolationsmaterial anordnat runt nämnda inre halvledande skikt, och ett yttre halvledande skikt, anordnat runt de isolerande skiktet, samt att hjälpkraftsanordningar är inrättade att åstadkomma erforderlig hjälpkraft.
11. Anläggning enligt krav 10, **kännetecknad av** att nämnda kabel innefattar en mantel.
12. Anläggning enligt något av kraven 1-11, **kännetecknad av** att den elektriska maskinen är en roterande elektrisk maskin samt att statorn är försedd med minst två lindningar utförda för olika spänningar, varav en lindning är anordnad som hjälpkraftslindning för generering av hjälpkraft.
13. Anläggning enligt krav 12, **kännetecknad av** att hjälpkraftslindningen innefattar minst en elektrisk ledare, ett ledaren omslutande första skikt med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt, och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt med halvledande egenskaper.
14. Anläggning enligt krav 12 eller 13, **kännetecknad av** att den ena statorlindningen (6) är dimensionerad för spänningar i intervallet 36kV - 800kV medan hjälpkraftslindningen (22) är dimensionerad för spänningar i intervallet 400V - 20kV.
15. Anläggning enligt något av kraven 12-14, **kännetecknad av** att hjälpkraftslindningen (22) är dimensionerad för att leverera spänning inom något av följande diskreta spänningsområden: 380-420 V, 650-725 V, 3,1-3,5 kV, 6,2-7,0 kV eller 9,5-10,5 kV.

16. Anläggning enligt något av kraven 12-14, **kännetecknad av att hjälpkraftslindningen (22) är dimensionerad för att leverera en spänning vilken är anordnad att transformeras till en spänning inom något av följande diskreta spänningsområden: 380-420 V, 650-725 V, 3,1-3,5 kV, 6,2-7,0 kV eller 9,5-10,5 kV.**
- 5 17. Anläggning enligt något av kraven 12-16, **kännetecknad av att hjälpkraftslindningen (22) är en trefaslindning.**
18. Anläggning enligt något av kraven 12-17, **kännetecknad av att hjälpkraftslindningen (22) är placerad i botten av ett mellan två närbelägna statortänder (4) bildat spår (7).**
- 10 19. Anläggning enligt krav 18, **kännetecknad av att hjälpkraftslindningen (22) är placerad i ett i statorn (1) anordnat extra lindningsutrymme (23) orienterat radiellt i förhållande till statorlindningen (6).**
20. Anläggning enligt krav 18 eller 19, **kännetecknad av att hjälpkraftslindningen (22) är placerad i varje spår (7) i statorn (1).**
- 15 21. Anläggning enligt något av kraven 1-11, **kännetecknad av att den elektriska maskinen är en generator samt att hjälpkraftsanordningarna innefattar såsom hjälpkraftskälla ett tappningsuttag på generatorlindningen för avtappning av hjälpkraft.**
22. Anläggning enligt något av kraven 1-11, **kännetecknad av att hjälpkraftsanordningarna innefattar såsom hjälpkraftskälla en separat, av den elektriska maskinen driven hjälpkraftsgenerator, såsom en synkronmaskin eller permanentmagnetgenerator.**
- 20 23. Anläggning enligt krav 22, **kännetecknad av att hjälpkraftsgeneratoren uppvisar minst en lindning, innefattande minst en elektrisk ledare, ett ledaren omslutande första skikt med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt, och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt med halvledande egenskaper.**
- 25

29-09-1998

24. Anläggning enligt något av kraven 1-11, **kännetecknad av** att hjälpkrafts-  
anordningarna innefattar såsom hjälpkraftskälla en extra sekundärlindning hos en  
till en samlingsskena för flera generatorer ansluten jordningstransformator.
25. Anläggning enligt något av kraven 1-11, **kännetecknad av** att åtminstone  
5 en av lindningarna hos en, till en samlingsskena för flera generatorer ansluten jord-  
ningstransformator är försedd med ett tappningsuttag för uttag av hjälpkraft.
26. Anläggning enligt krav 24 eller 25, **kännetecknad av** att minst en av trans-  
formatorns lindningar innefattar minst en elektrisk ledare, ett ledaren omslutande  
första skikt med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast iso-  
10 lerande skikt, och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt med halvledan-  
de egenskaper.
27. Anläggning enligt något av föregående krav, **kännetecknad av** att hjälp-  
kraftsanordningarna innefattar minst en hjälpkraftskälla, som är ansluten till en, för  
fördelning av hjälpkraft avsedd hjälpkraftsskena via kraftelektronikutrustning för kon-  
15 stanthållning av spänningen på hjälpkraftsskenan, varvid kraftelektronikutrustningen  
uppvisar ett likspänningsmellanled, till vilket en back-up spänning vid behov är in-  
kopplingsbar
28. Anläggning enligt krav 27, **kännetecknad av** att ett batteri är anslutet till lik-  
spänningsmellanledet för att leverera en förutbestämd back-up spänning till likspän-  
20 ningsmellanledet om dess spänningsnivå sjunker under nämnda förutbestämda ni-  
vå.
29. Anläggning enligt något av kraven 27 eller 28, **kännetecknad av** att krafte-  
lektronikutrustningen innefattar ett ingångssteg för likriktning av från hjälpkraftskäl-  
lan erhållen växelspanning för alstring av en likspänning på mellanledet i kraftelek-  
25 tronikutrustningen.
30. Anläggning enligt krav 29, **kännetecknad av** att ingångssteget innefattar en  
diodbrygga.

29 -09- 1998

31. Anläggning enligt krav 29, **kännetecknad av** att ingångssteget samt ett i kraftelektronikutrustningen ingående utgångssteg innefattar var sin omriktarutrustning.
32. Anläggning enligt krav 29, **kännetecknad av** att ingångssteget är utfört för  
5 att alstra en likspänning på mellanledet med en lastberoende spänningsnivå.
33. Anläggning enligt krav 32, **kännetecknad av** att ingångssteget innefattar ett motstånd och en induktans för att åstadkomma ett lastberoende spänningsfall.
34. Anläggning enligt krav 33, **kännetecknad av** att ingångssteget är så utfört att vid maximalt tillåten inmatad ström, spänningen på likspänningsmellanledet lig-  
10 ger under nämnda back-up spänning.
35. Anläggning enligt något av kraven 27-34, **kännetecknad av** att ett flertal generatorer med extralindningar för generering av hjälpkraft är via var sitt ingångssteg hos kraftelektronikutrustningen parallellt anslutna till likspänningsmellanledet.
36. Anläggning enligt något av kraven 27-35, **kännetecknad av** att hjälpkrafts-  
15 skenan är matningsbar från ytterligare matningskällor, såsom externa matningskällor eller dieselmotordrivna generatorer.
37. Anläggning enligt något av kraven 27-36, **kännetecknad av** att minst en växelspänningsskena och minst en likspänningsskena för fördelningen av hjälpkraft är matade dels från ett batteri och dels från hjälpkraftsskenan via en omriktare eller  
20 från kraftelektronikutrustningens mellanled.
38. Anläggning enligt krav 12 eller 13, **kännetecknad av** att den roterande elektriska maskinen är anordnad att magnetiseras från hjälpkraftslindningen.
39. Anläggning enligt något av kraven 27-37, **kännetecknad av** att den elektriska maskinen är anordnad att magnetiseras med hjälp av en chopperkoppling  
25 med galvanisk separering av in- och utmatning och med inmatningen ansluten till likspänningsmellanledet.
40. Anläggning enligt något av kraven 22 eller 23, **kännetecknad av** att hjälpkraftsgeneratoren är ansluten till en hjälpkraftsskena, samt att en integralmotor

är inrättad att hålla hjälpkraftsgeneratorns varvtal konstant vid variationer i matande nätets spänning och/eller frekvens.

41. Anläggning enligt krav 22 eller 23, **kännetecknad av** att kraftelektronik-  
rustningen är anordnad för valbar styrning av effektflöde från hjälpkraftsgenerator till  
5 hjälpkraftsskena eller från hjälpkraftsskena till hjälpgenerator.
42. Anläggning enligt krav 41, varvid den elektriska maskinen är en synkronma-  
skin, **kännetecknad av** att hjälpkraftsgeneratorns fältlindning är kortslutningsbar  
samt att dess statorsida är matningsbar med en trefassspänning med ett fasläge och  
en frekvens, så att hjälpkraftsgeneratoren fungerar som en asynkronmaskin med ro-  
10 tationsriktning för maximalt bromsmoment.
43. Anläggning enligt krav 41, varvid den elektriska maskinen är en synkronma-  
skin, **kännetecknad av** att hjälpkraftsgeneratorns fältlindning är kortslutningsbar  
samt att minst en statorlindning i hjälpkraftsgeneratoren är matningsbar med en lik-  
ström.
- 15 44. Anläggning enligt krav 43, **kännetecknad av** att en frekvensomriktare eller  
en separat tyristorströmriktare för enkvadrantdrift är anordnade att mata minst en  
statorlindning hos hjälpkraftsgeneratoren med likström.
45. Anläggning enligt något av kraven 41-44, **kännetecknad av** att hjälp-  
kraftsgeneratoren är utförd med ett för frekvensanpassning avpassat poltal.
- 20 46. Anläggning enligt krav 12 eller 13, **kännetecknad av** att kraftelektroni-  
kutrustningen är anordnad för valbar styrning av effektflöde från hjälpkraftslindning  
till hjälpkraftsskena eller från hjälpkraftsskena till hjälpkraftslindning.
47. Anläggning enligt krav 46, varvid den elektriska maskinen är en syn-  
kronmaskin, **kännetecknad av** att maskinens fältlindning är kortslutningsbar samt  
25 att dess hjälplindning är matningsbar med en trefassspänning med ett fasläge och en  
frekvens, så att synkronmaskinen fungerar som en asynkronmaskin med en rota-  
tionsriktning för maximalt bromsmoment.

29-09-1998

48. Anläggning enligt krav 46, varvid den elektriska maskinen är en synkronmaskin, **kännetecknad av** att maskinens fältlindning är kortslutningsbar samt att minst en av dess hjälplindningar är matningsbar med likström.
49. Anläggning enligt krav 46, varvid den elektriska maskinen är en synkronmaskin, **kännetecknad av** att en frekvensomriktare eller en separat tyristorströmriktare för enkvadrantdrift är anordnad att mata en hjälpkraftslindning i maskinen med likström.
50. Anläggning enligt något av kraven 27-37, **kännetecknad av** att den elektriska maskinen är anordnad att magnetiseras från en separatdriven hjälpkraftsgenerator.
51. Anläggning enligt något av kraven 17-21, 22 eller 23, **kännetecknad av** att hjälpkraftsgenerator eller generator med hjälpkraftslindning är ansluten till en hjälpkraftsskena samt att aktuella laster är anslutna till integralmotorer, varvid varvtalet hålls konstant vid variationer i matande nätets spänning och/eller frekvens.
52. Anläggning enligt något av kraven 1-24, **kännetecknad av** att maskinen med hjälpkraftslindning, ansluten till en hjälpkraftsskena, är anordnad drivbar i tre samtida driftmoder, nämligen en synkronmotormod för drivning av en turbindel i luft eller vakuum, en synkronkompensatormod för generering av reaktiv effekt för spänningshållning på det yttre nätet och en transformatormod för överföring av effekt till hjälpkraftsskenan.
53. Anläggning enligt något av kraven 1-24, **kännetecknad av** att maskinen med separat hjälpkraftsgenerator, ansluten till en hjälpkraftsskena, är anordnad drivbar i tre samtida driftmoder, nämligen en synkronmotormod för drivning av en turbindel i luft eller vakuum, en synkronkompensatormod för generering av reaktiv effekt för spänningshållning på det yttre nätet och en generatormod för överföring av effekt till hjälpkraftsskenan.
54. Förfarande vid en elkraftsanläggning innefattande minst en roterande elektrisk maskin (2, 4, 6, 8) av växelströmstyp, avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät och innefattande minst en elektrisk lindning, **kännetecknat av** att maskinens (2, 4, 6, 8) lindning bildas av minst en elektrisk ledare



(35), ett ledaren omslutande första skikt (13) med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt (37) och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt (15) med halvledande egenskaper samt att hjälpkraft genereras med hjälp av en extra lindning på statorn.

5 55.           Förfarande vid en elkraftsanläggning innefattande minst en elektrisk maskin (2, 4, 6, 8) av växelströmstyp i form av en generator, avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät och innefattande minst en elektrisk lindning, **kännetecknat av** att maskinens (2, 4, 6, 8) lindning bildas av minst en elektrisk ledare (35), ett ledaren omslutande första skikt (13) med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt (37) och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt (15) med halvledande egenskaper samt att hjälpkraft avtappas från ett tappningsuttag på generatorlindningen.

56.           Förfarande vid en elkraftsanläggning innefattande minst en elektrisk maskin (2, 4, 6, 8) av växelströmstyp, avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät och innefattande minst en elektrisk lindning, **kännetecknat av** att maskinens (2, 4, 6, 8) lindning bildas av minst en elektrisk ledare (35), ett ledaren omslutande första skikt (13) med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt (37) och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt (15) med halvledande egenskaper samt att en separat hjälpkraftsgenerator drivs av den elektriska maskinen.

57.           Förfarande vid en elkraftsanläggning innefattande minst en elektrisk maskin (2, 4, 6, 8) av växelströmstyp, avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät och innefattande minst en elektrisk lindning, samt en jordningstransformator, ansluten till en för flera generatorer avsedd samlingsskena, **kännetecknat av** att maskinens (2, 4, 6, 8) lindning bildas av minst en elektrisk ledare (35), ett ledaren omslutande första skikt (13) med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt (37) och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt (15) med halvledande egenskaper samt att hjälpkraft uttas från en extra sekundärlindning hos jordningstransformatorn.

30 58.           Förfarande vid en elkraftsanläggning innefattande minst en elektrisk maskin (2, 4, 6, 8) av växelströmstyp, avsedd att direkt anslutas till ett distributions-

29-09-1998

eller transmissionsnät och innefattande minst en elektrisk lindning, samt en jordningstransformator, ansluten till en för flera generatorer avsedd samlingsskena, **kännetecknat av** att maskinens (2, 4, 6, 8) lindning bildas av minst en elektrisk ledare (35), ett ledaren omslutande första skikt (13) med halvledande egenskaper, ett  
5 det första skiktet omslutande fast isolerande skikt (37) och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt (15) med halvledande egenskaper samt att hjälpkraft avtappas från ett tappningsuttag hos en transformatorlindning.

59. Förfarande vid en elkraftsanläggning innefattande minst en roterande elektrisk maskin (2, 4, 6, 8) av växelströmstyp, avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät och innefattande minst en elektrisk lindning, samt  
10 ributions- eller transmissionsnät och innefattande minst en elektrisk lindning, samt en till en hjälpkraftsskena ansluten hjälpkraftsgenerator, **kännetecknat av** att maskinens (2, 4, 6, 8) lindning bildas av minst en elektrisk ledare (35), ett ledaren omslutande första skikt (13) med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt (37) och ett det isolerande skiktet omslutande andra  
15 skikt (15) med halvledande egenskaper samt att effektlödet styrs valbart från hjälpkraftsgeneratoren till hjälpkraftsskenan eller från hjälpkraftsskenan till hjälpkraftsgeneratoren.

60. Förfarande vid en elkraftsanläggning innefattande minst en synkronmaskin (2, 4, 6, 8), avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät  
20 och innefattande minst en elektrisk lindning, **kännetecknat av** att maskinens (2, 4, 6, 8) lindning bildas av minst en elektrisk ledare (35), ett ledaren omslutande första skikt (13) med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt (37) och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt (15) med halvledande egenskaper samt att maskinens fältlindning kortsluts och en hjälplindning hos maskinen matas med en trefassspänning med ett fasläge och en frekvens,  
25 så att maskinen fungerar som en asynkronmaskin med en rotationsriktning för maximalt bromsmoment.

---

29 -09- 1998

SAMMANDRAG

En elkraftsanläggning innefattar minst en elektrisk maskin (2, 4, 6, 8) av växelströmstyp, avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät och innefattande minst en elektrisk lindning. Maskinens lindning innefattar minst en elektrisk ledare, ett ledaren omslutande första skikt med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt med halvledande egenskaper. Hjälpkraftsanordningar (10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40) är inrättade att åstadkomma erforderlig hjälpkraft. Även förfarande vid en sådan anläggning beskrivs.

---

Fig. 1

19-11-1998

1/16

Fig. 1

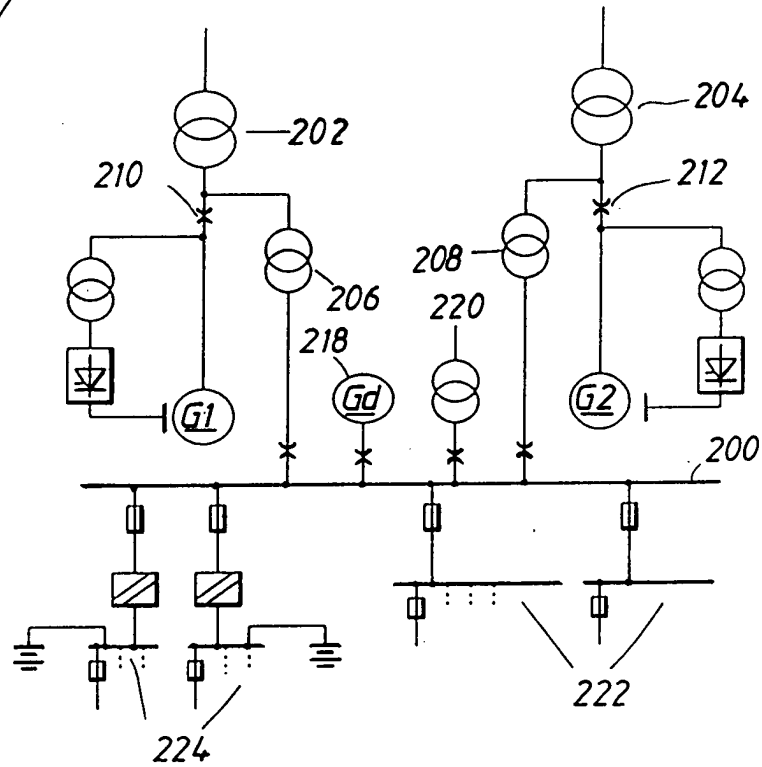
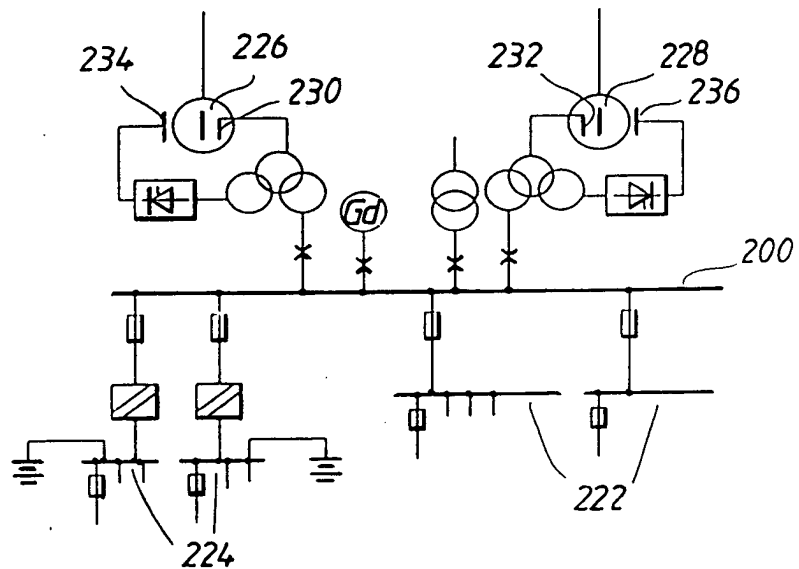


Fig. 2

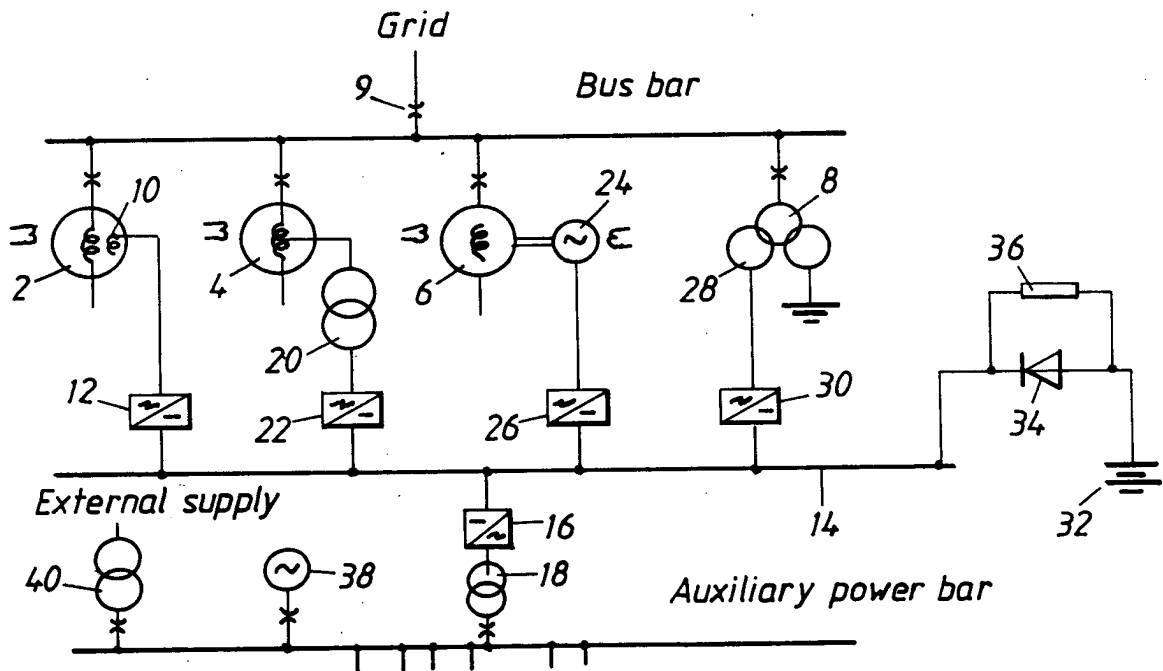


SUBSTITUTE SHEET

19-11-1998

2 / 16

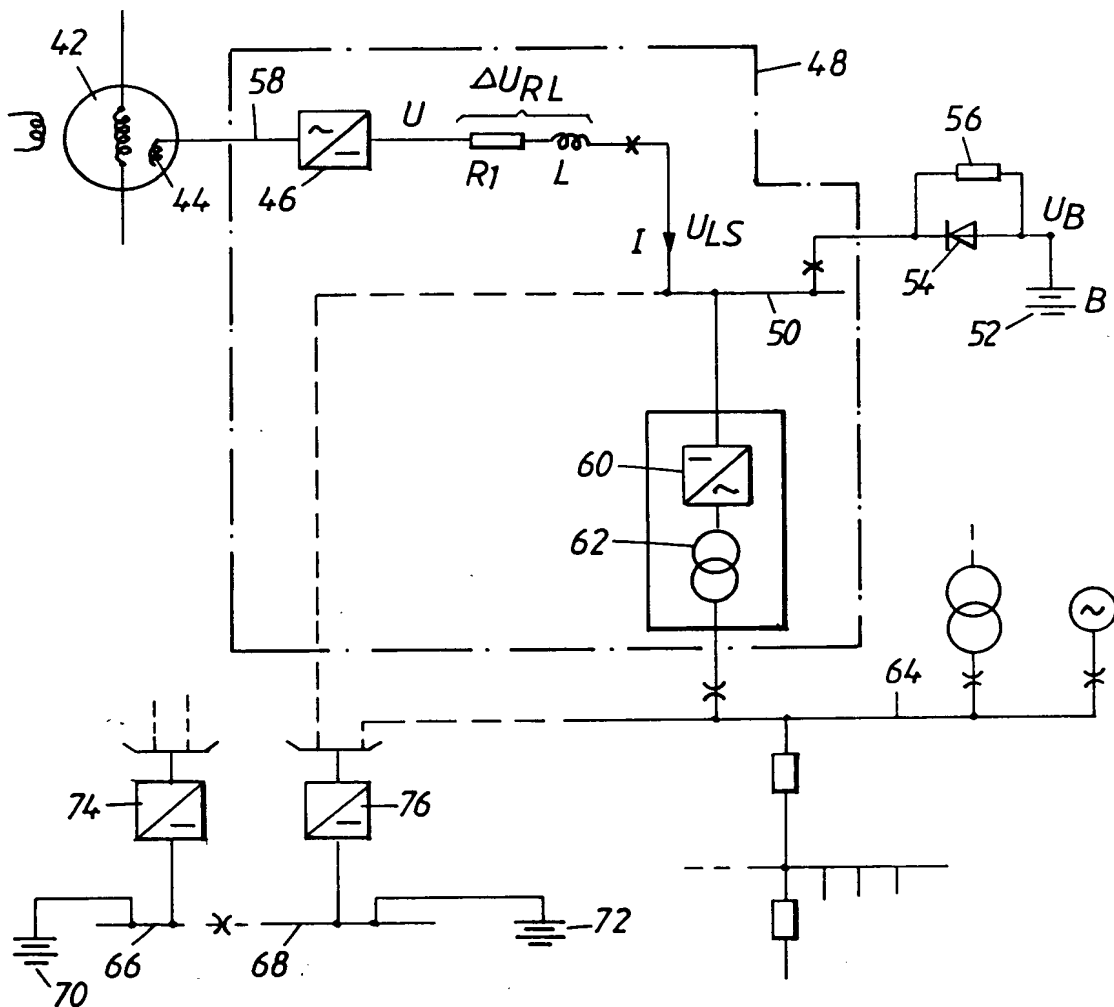
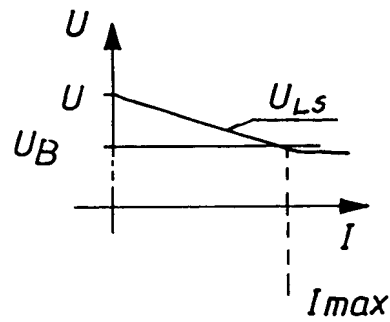
Fig. 3

**SUBSTITUTE SHEET**

19-11-1998

3 / 16

Fig. 4

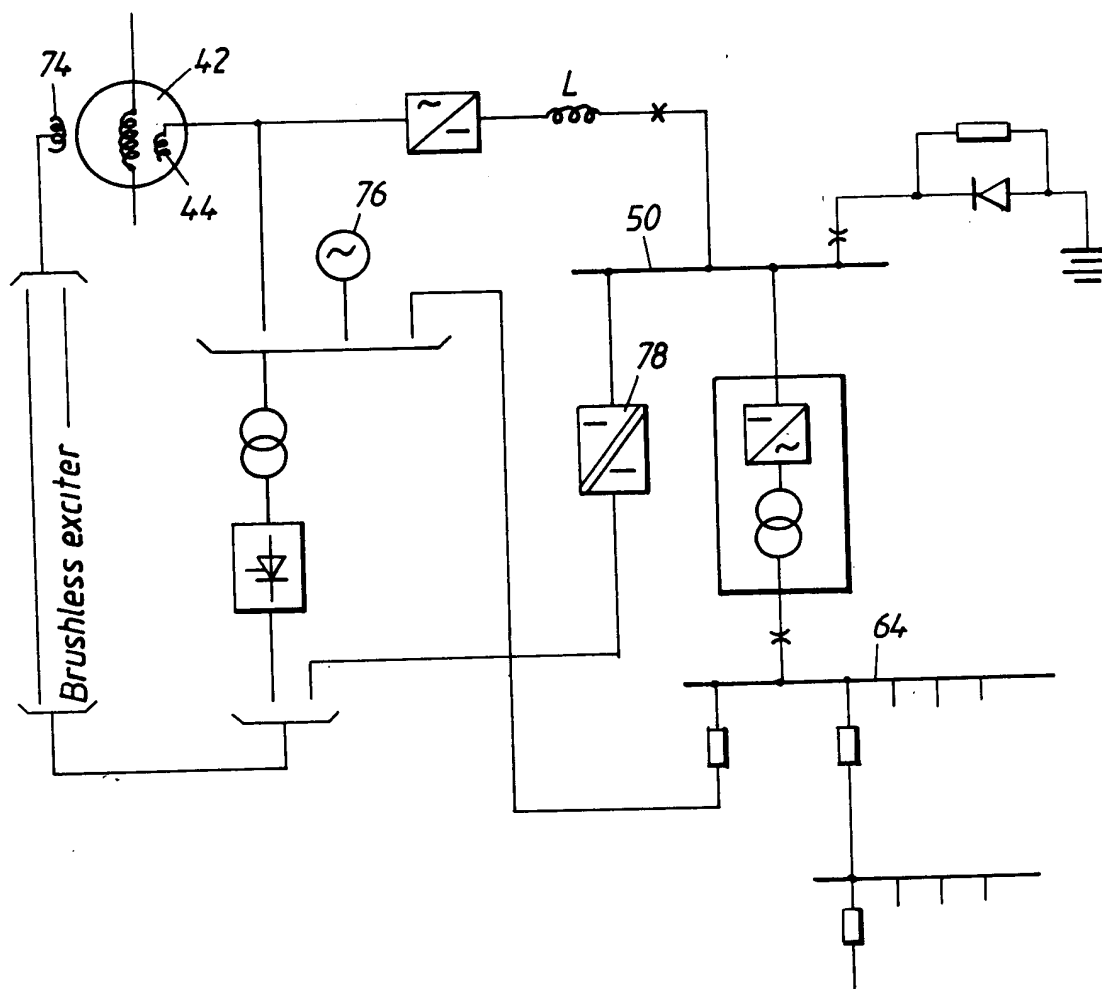


SUBSTITUTE SHEET

19-11-1998

4 / 16

Fig. 5

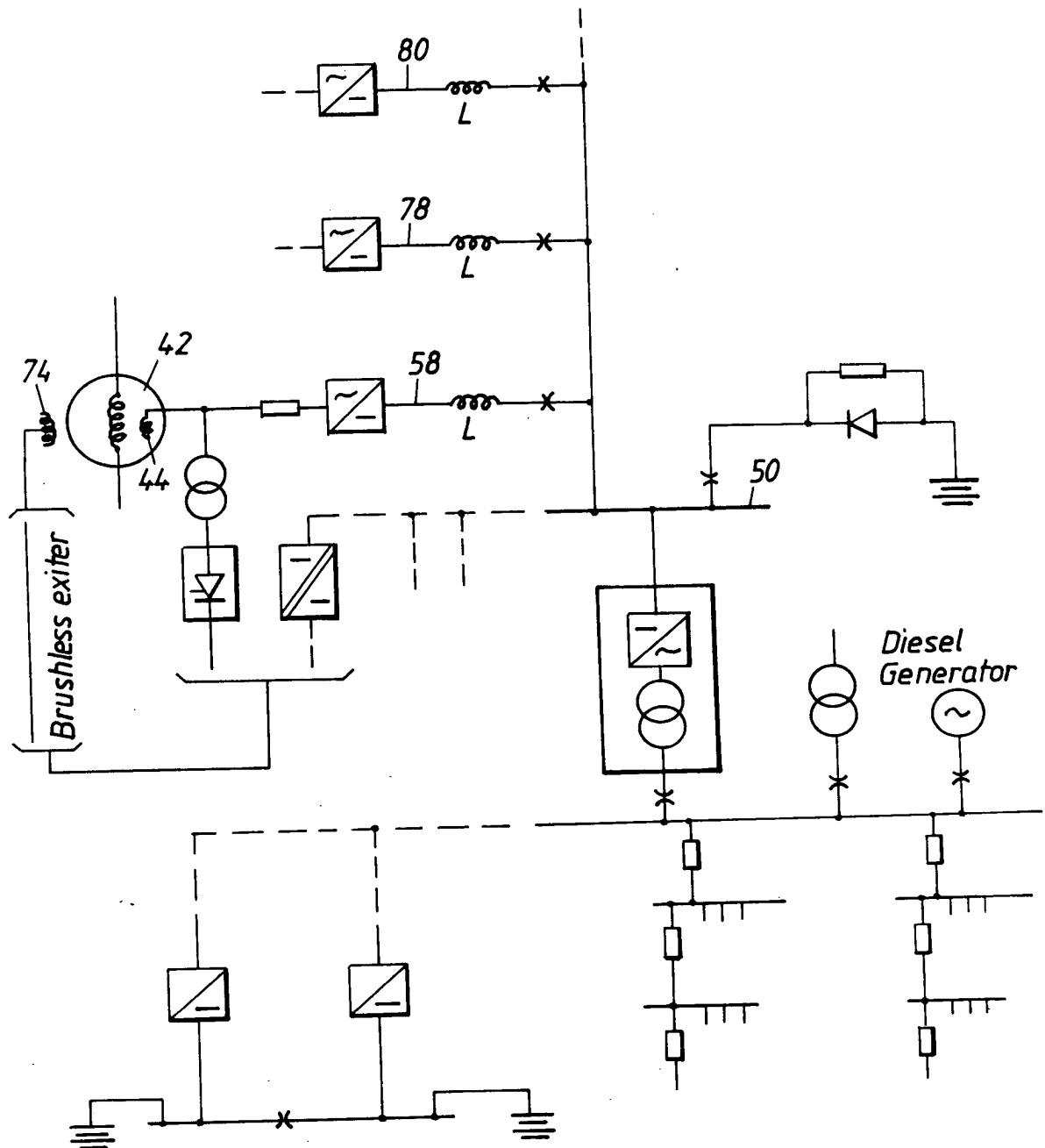


SUBSTITUTE SHEET

19-11-1998

5 / 16

Fig. 6

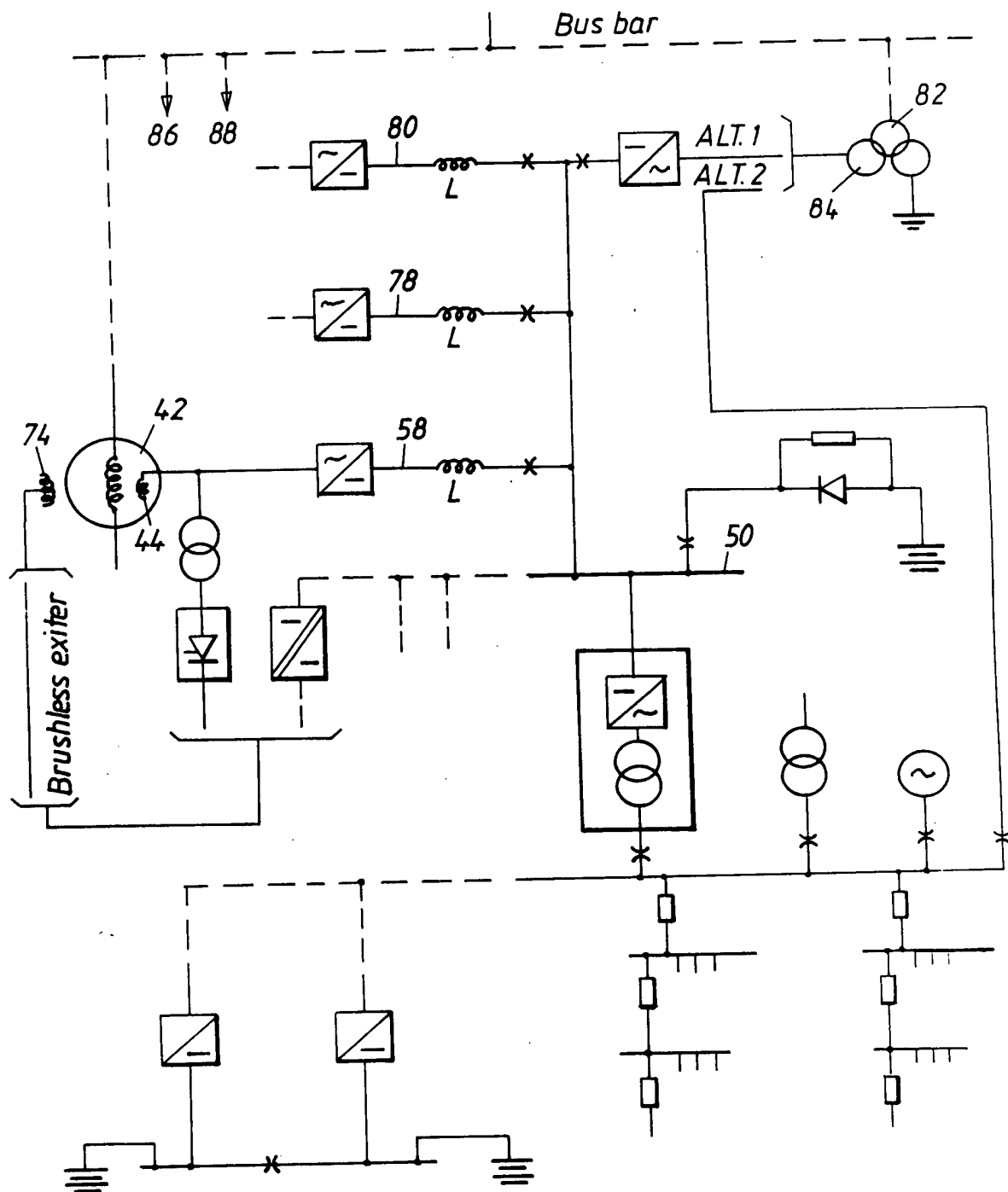
**SUBSTITUTE SHEET**



19-11-1998

6/16

Fig. 7

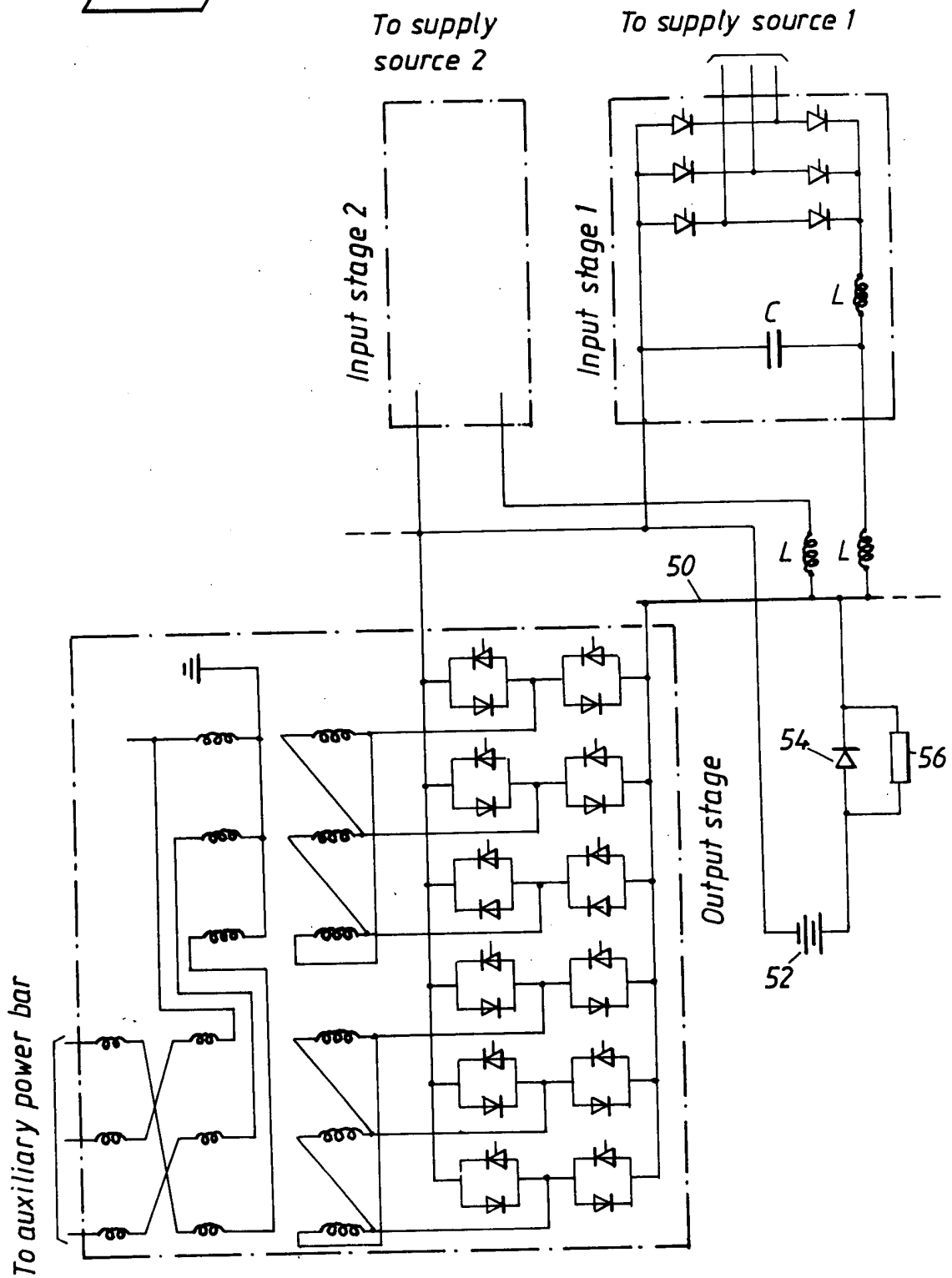


SUBSTITUTE SHEET

19-11-1998

7/16

Fig. 8

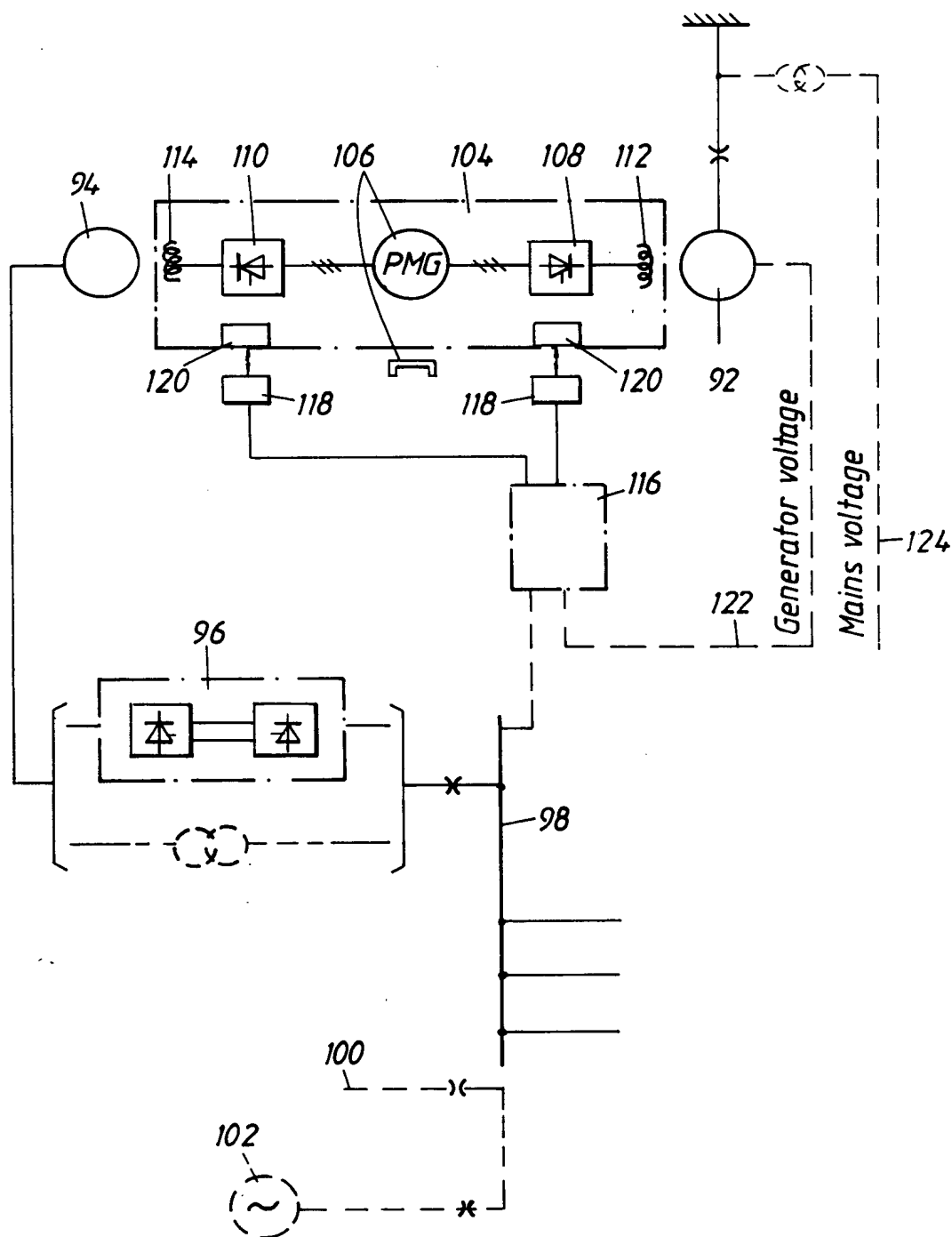


SUBSTITUTE SHEET

19-11-1998

8 / 16

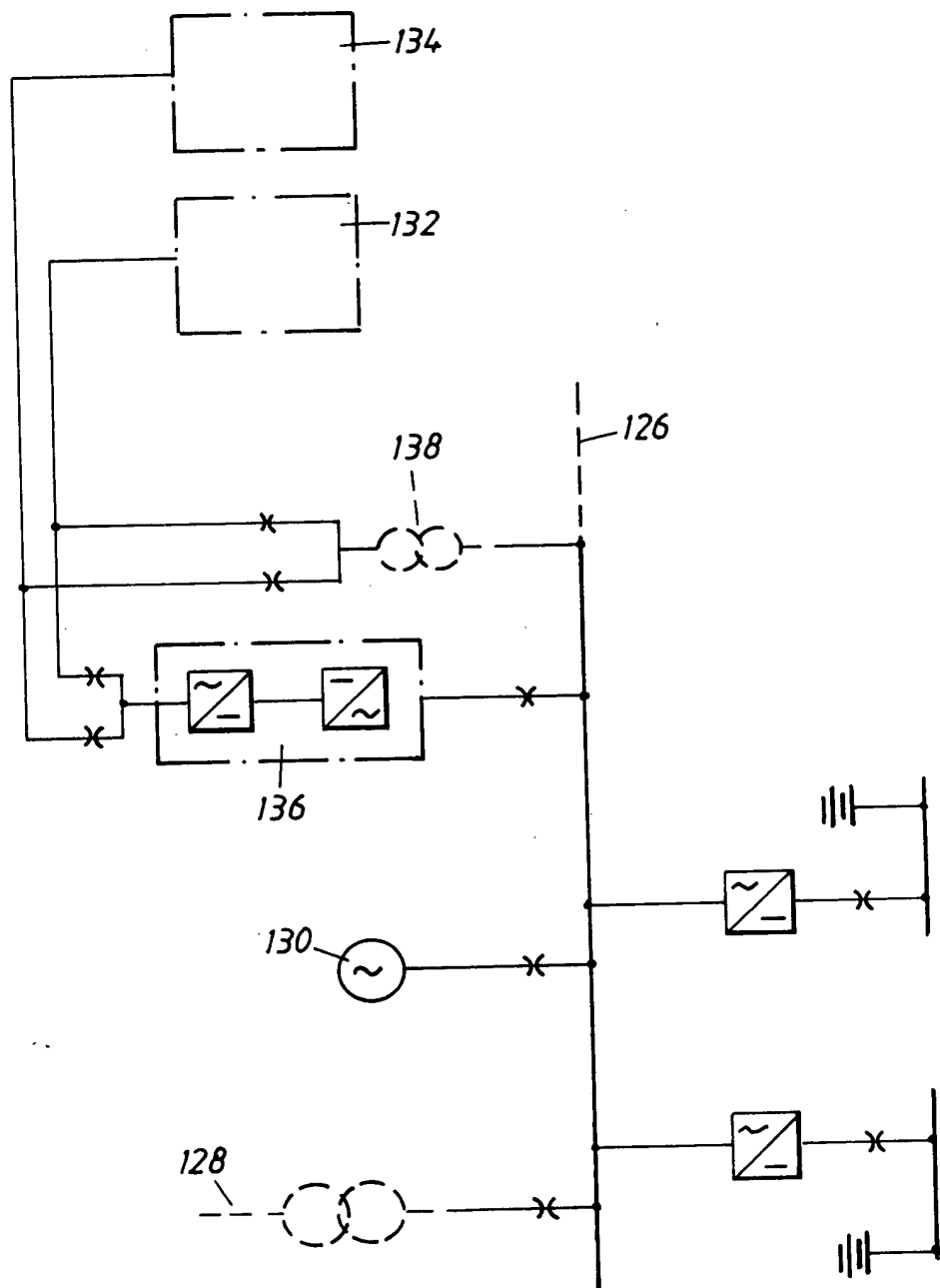
Fig. 9

**SUBSTITUTE SHEET**

19-11-1998

9/16

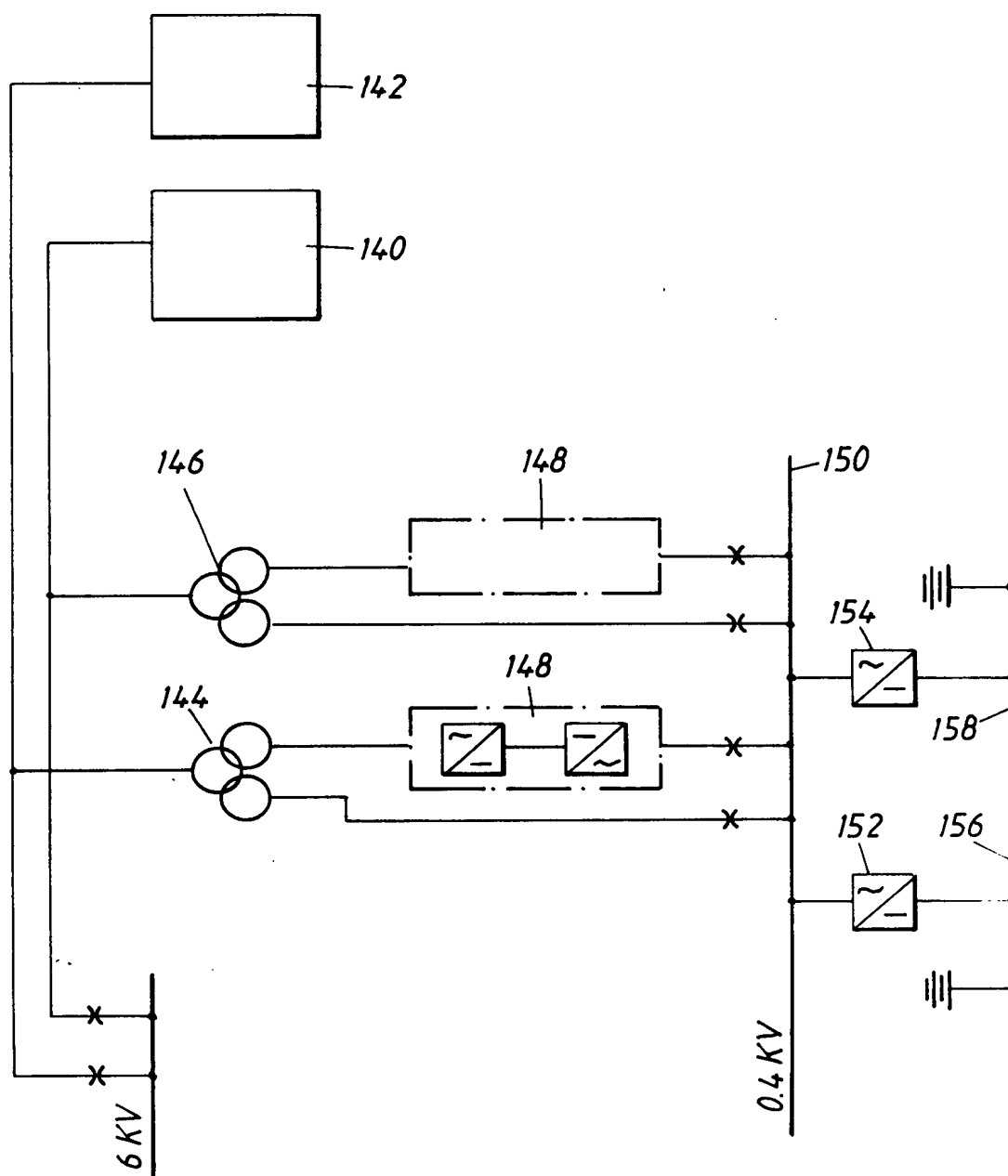
Fig. 10



19-11-1998

10 / 16

Fig. 11



**SUBSTITUTE SHEET**

13-11-1998

11 / 16

Fig. 12

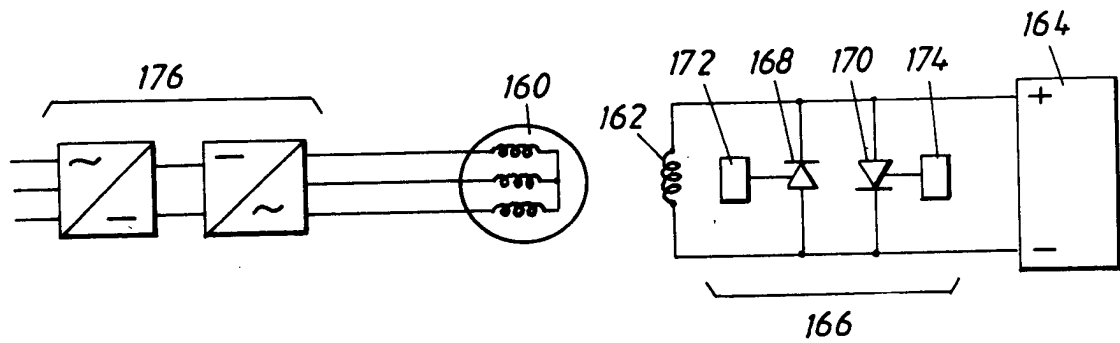
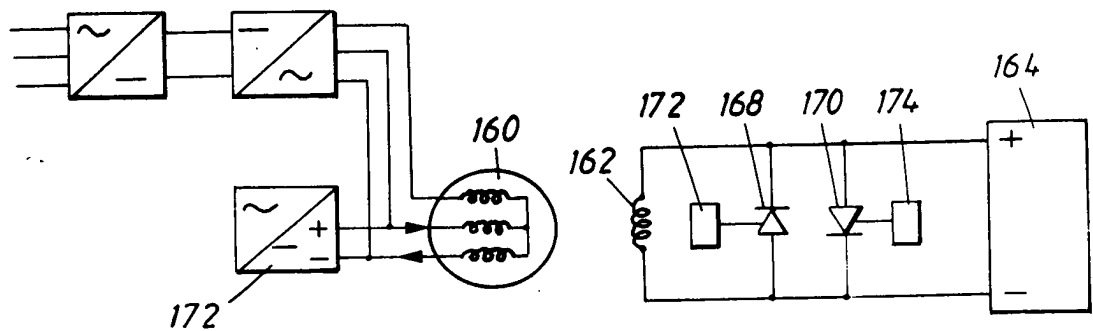
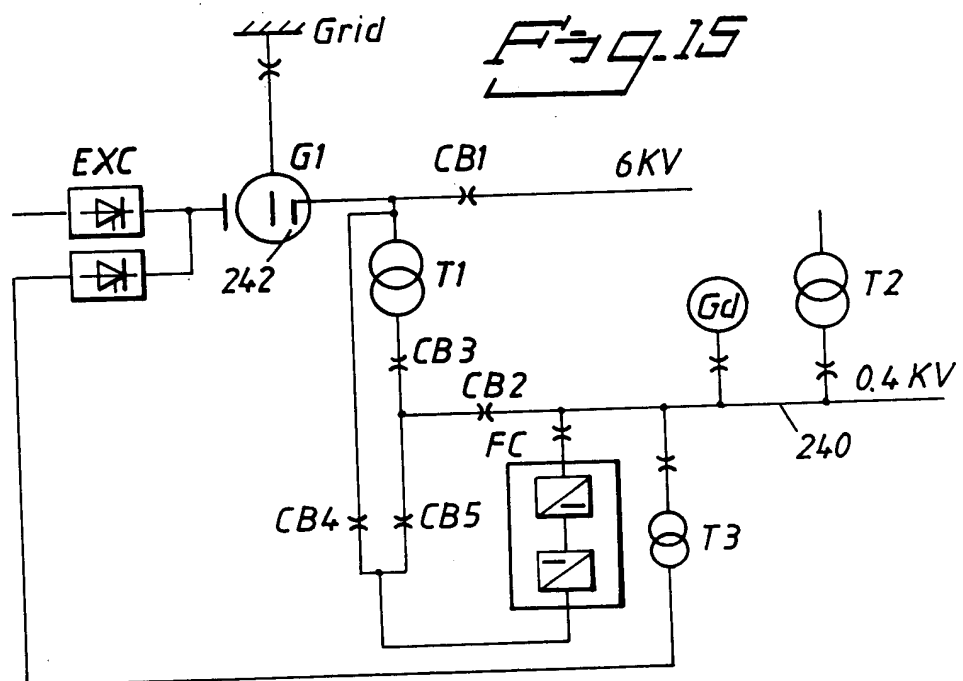
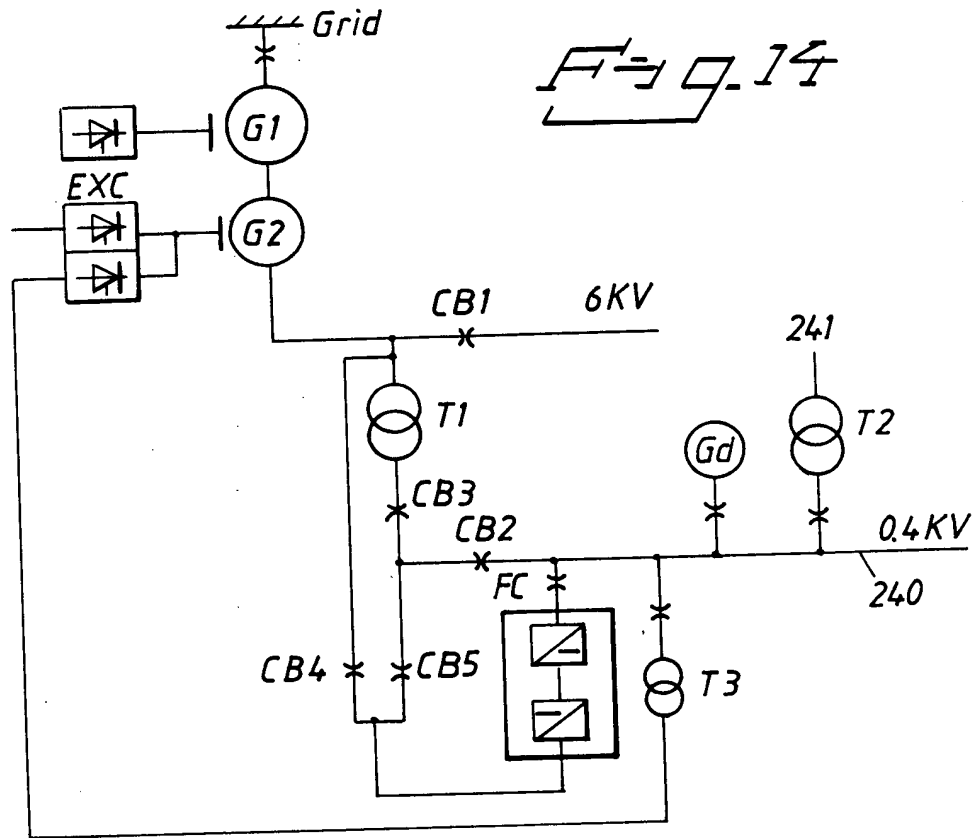


Fig. 13



12 / 16

19 -11- 1998



# SUBSTITUTE SHEET

Fig. 16

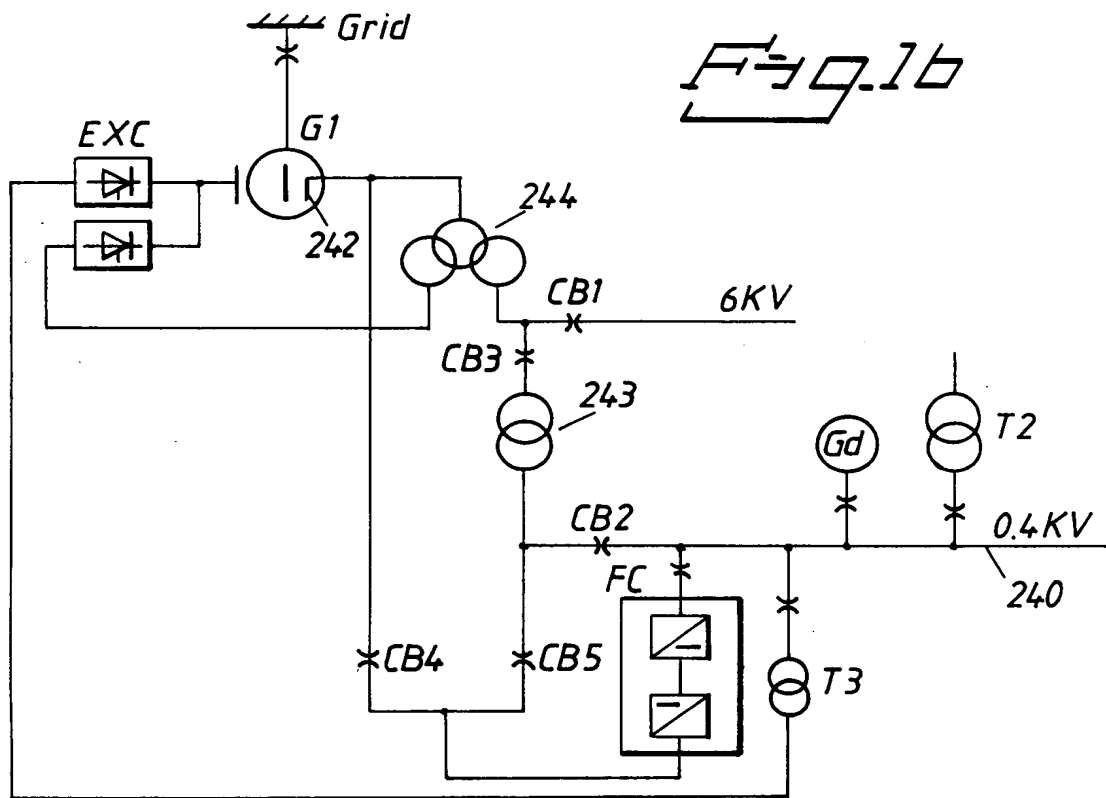
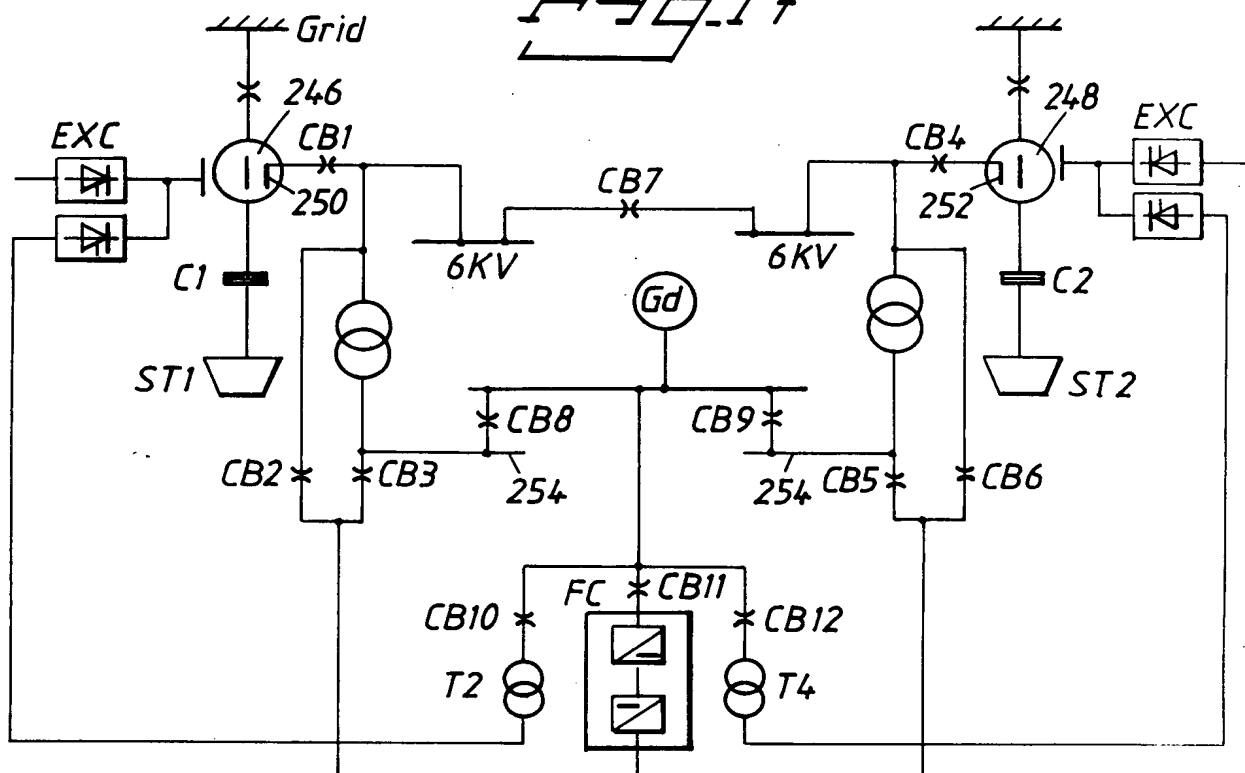
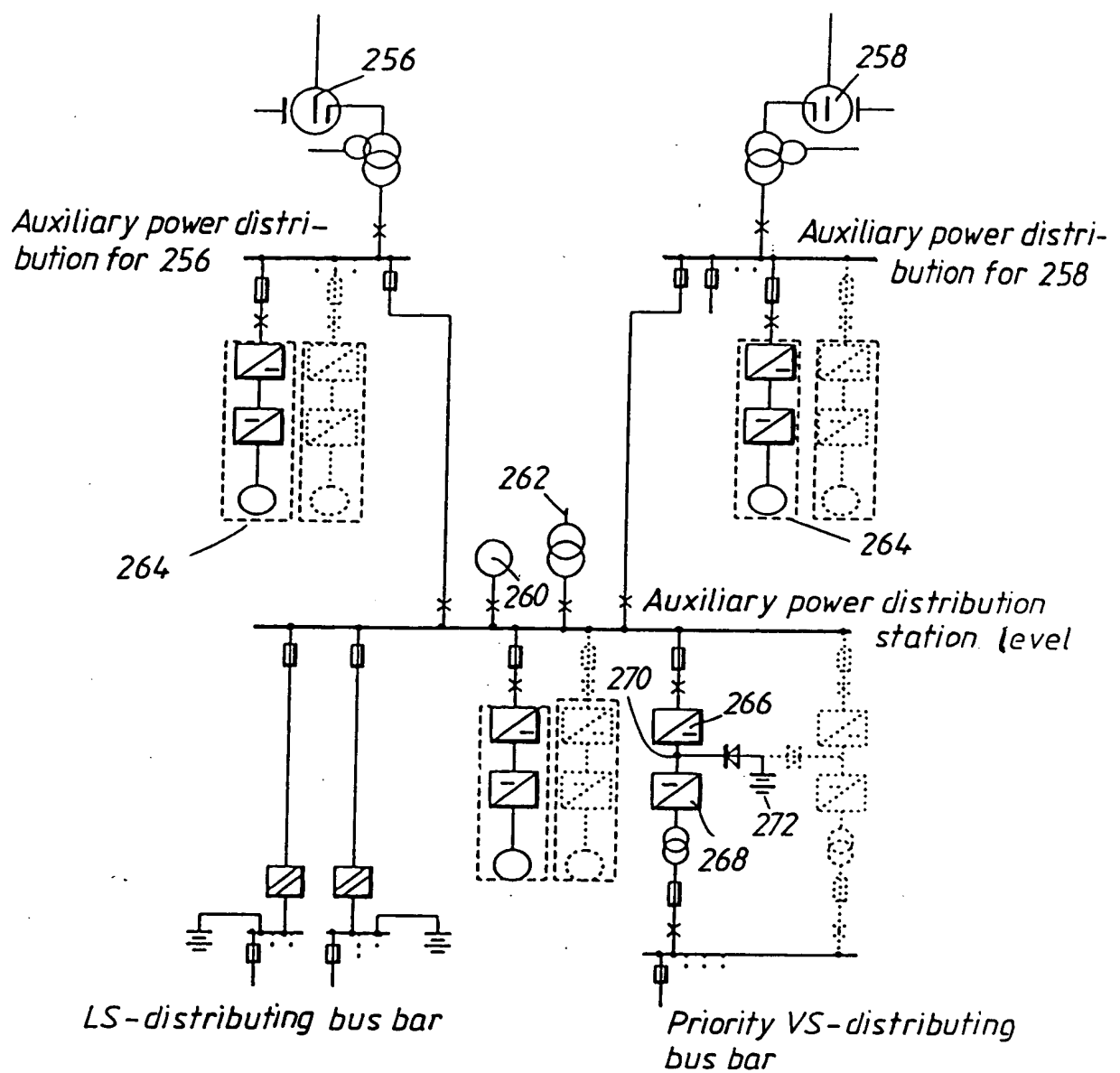


Fig. 17



# SUBSTITUTE SHEET



*Fig. 18*

19-11-1998

15 / 16

Fig. 19

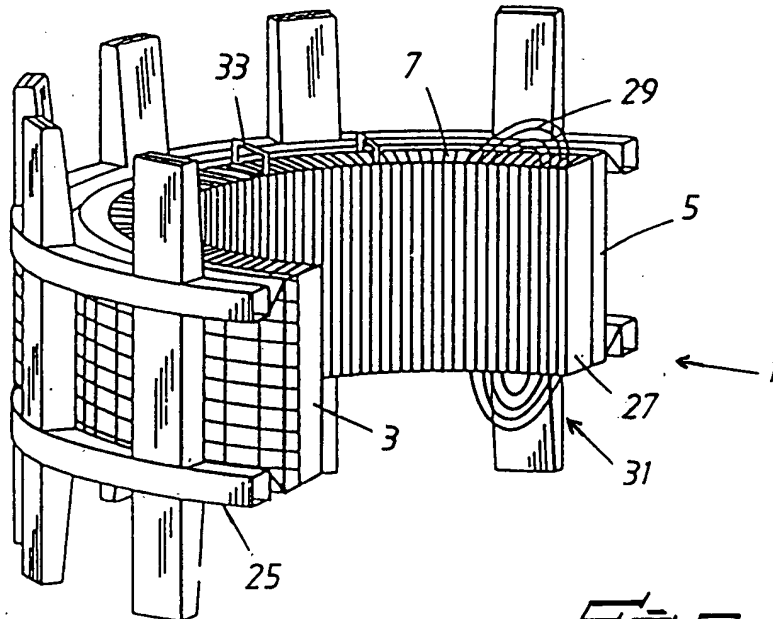


Fig. 21

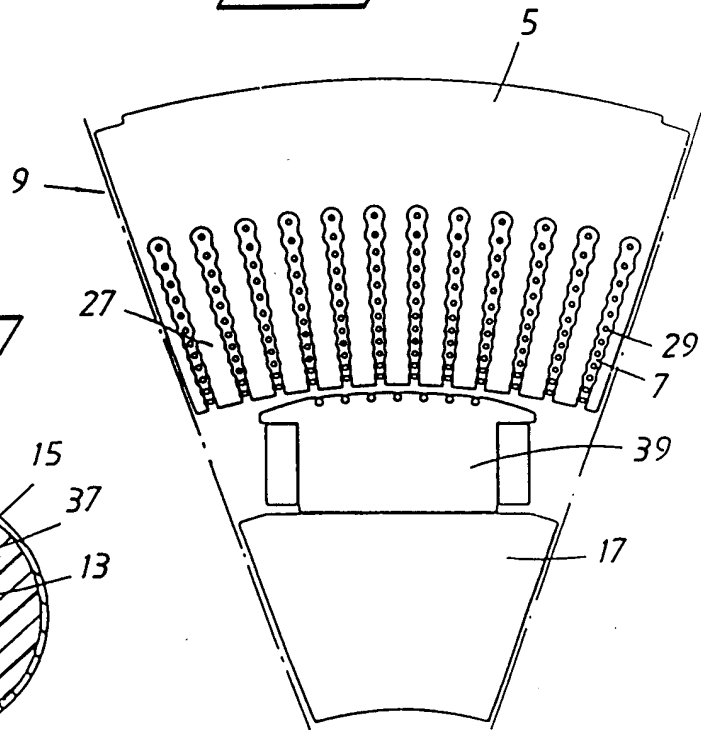
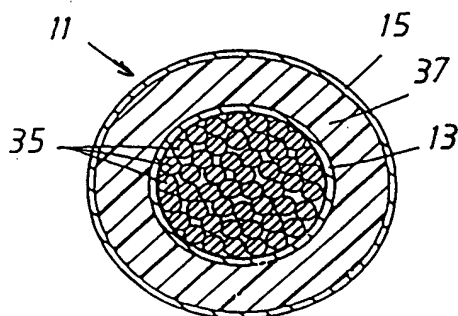


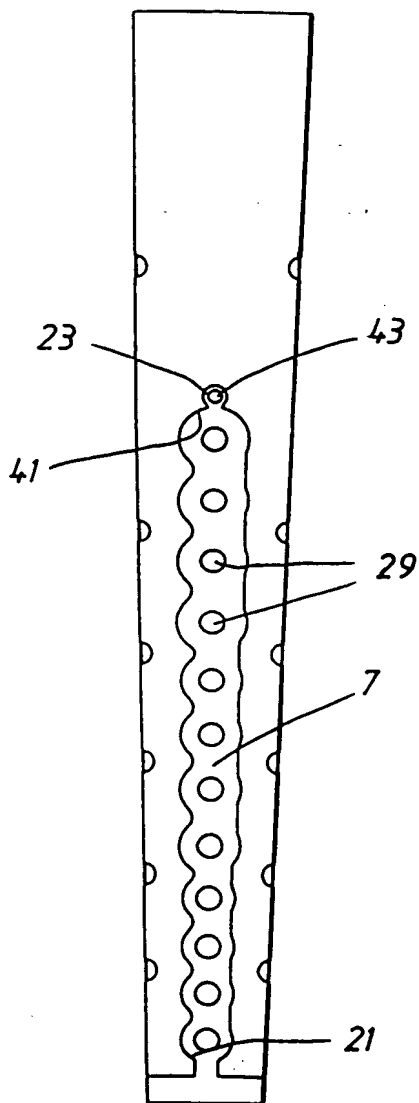
Fig. 20



19-11-1991

16 / 16

*Fig. 22*



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

03/05/99

International application No.  
PCT/SE 98/01734

Patent document cited in search report			Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US	4785138	A	15/11/88	DE 3543106 A,C	11/06/87
US	4121148	A	17/10/78	AT 340523 A,B	27/12/77
				DE 2714188 A,B,C	17/11/77
				FI 64871 B,C	30/09/83
				FI 771140 A	28/10/77
				FR 2349992 A,B	25/11/77
				GB 1541406 A	28/02/79
				NL 165615 B,C	17/11/80
				NL 7703629 A	31/10/77
				SE 423295 B,C	26/04/82
				SE 7704784 A	28/10/77
				TR 19493 A	01/05/79
DE	4022476	A1	16/01/92	NONE	
DE	3006382	A1	27/08/81	FR 2479597 A,B	02/10/81
				GB 2070341 A,B	03/09/81
				JP 1486870 C	14/03/89
				JP 56125958 A	02/10/81
				JP 63036226 B	19/07/88
				SE 8101103 A	22/08/81
				SU 1109076 A	15/08/84
				US 4360748 A	23/11/82
US	5036165	A	30/07/91	US 5066881 A	19/11/91
				US 5067046 A	19/11/91
				CA 1245270 A	22/11/88
				US 4853565 A	01/08/89
US	4510077	A	09/04/85	CH 664646 A,B	15/03/88
				DE 3439093 A,C	15/05/85
				FR 2554456 A,B	10/05/85
				GB 2148880 A,B	05/06/85
				JP 1789646 C	29/09/93
				JP 4078576 B	11/12/92
				JP 60131853 A	13/07/85

1  
INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/SE 98/01734

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC6: H02K 3/40, H02K 3/30, H02J 11/00, H02K 19/34, H02K 19/38  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6: H02K, H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4785138 A (BREITENBACH ET AL.), 15 November 1988 (15.11.88), column 1, line 45 - column 3, line 14; column 4, line 19 - line 68, figures 1-2 --	1-11
Y	US 4121148 A (HUBERT PLATZER), 17 October 1978 (17.10.78), abstract --	1-11
Y	Patent Abstracts of Japan, abstract of JP 59-76156 A (FUJI DENKI SEIZO KK), 1 May 1984 (01.05.84) --	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

1999

27 May 1999 (27.05.99)

Mailing address of the ISA/  
Patent Office  
S-102 42 STOCKHOLM  
Tel. +46 8 666 02 86

Authorized officer

Hans Bagge af Berga/AE  
Telephone No. +46 8 782 25 00

2  
INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/SE 98/01734

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 4022476 A1 (THYSSEN INDJUSTRIE AG), 16 January 1992 (16.01.92), abstract  --	11
A	DE 3006382 A1 (KABEL- UND METALLWERKE GUTEHOFFNUNGSHÜTTE AG), 27 August 1981 (27.08.81), abstract  --	11
A	US 5036165 A (RICHARD K. ELTON ET AL), 30 July 1991 (30.07.91), see the whole document  --	1-11
A	US 4510077 A (RICHARD K. ELTON), 9 April 1985 (09.04.85), column 1, line 41 - line 46; column 1, line 54 - line 57; column 1, line 62 - line 65, col. 2, line 19 - line 20; col. 3, line 37 - line 41; col. 4, line 8 - line 18; col. 5, line 1 - line 3; col.5, line 34 - line 40; col. 8, line 21 - line 41  -----	8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/SE98/01734

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See extra page.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-11

n Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/SE98/01734

In light of the previously known technique described in the cited documents US, A, 4 785 and US, A, 4 121 148 the invention defined in claims 1 and 10 is considered to be obvious to a person skilled in the art.

Therefore, the dependent claims divide into 10 unrelated inventions. This is because there exist no common special technical features within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, between the inventions I-X described below.

Consequently, the international application, a posteriori, defines 10 unrelated inventions:

- I. claims 1-11..
- II. claims 12-20, 38, 46-49, 51, 54.
- III. claims 21, 55
- IV. claims 22, 23, 40-45, 51, 56.
- V. claims 24, 26, 57.
- VI. claims 25, 26, 58.
- VII. claims 27-37, 39, 50.
- VIII. claims 52, 53.
- VIII. claim 59.
- X. claim 60.

Consequently, there exists no common special technical features within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, between the inventions I-X and no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 between the different inventions can be seen.



PCT

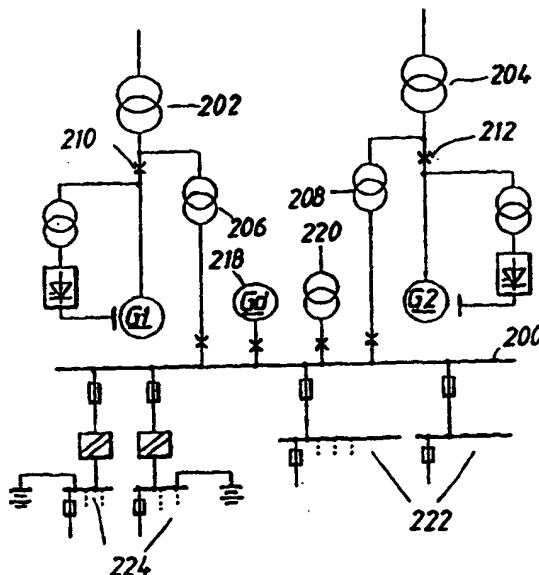
WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION  
International Bureau



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification <sup>6</sup> : <b>H02K 3/40, 3/30, H02J 11/00, H02K 19/34, 19/38</b>		A3	(11) International Publication Number: <b>WO 99/17426</b>
			(43) International Publication Date: 8 April 1999 (08.04.99)
(21) International Application Number: PCT/SE98/01734		(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, CZ (Utility model), DE, DE (Utility model), DK, DK (Utility model), EE, ES, FI, FI (Utility model), GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (Utility model), SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
(22) International Filing Date: 29 September 1998 (29.09.98)			
(30) Priority Data: 9703548-9 30 September 1997 (30.09.97) SE			
(71) Applicant (for all designated States except US): ASEA BROWN BOVERI AB [SE/SE]; S-721 83 Västerås (SE).			
(72) Inventors; and			
(75) Inventors/Applicants (for US only): LEIJON, Mats [SE/SE]; Hyvrlargata 5, S-723 35 Västerås (SE). TEMPLIN, Peter [SE/SE]; Kumleskärgsgatan 59, S-421 58 Västra Frölunda (SE). HÖLLELAND, Mons [SE/SE]; Fornforskargatan 52, S-723 53 Västerås (SE). KARLSSON, Thommy [SE/SE]; Nyvla, S-740 22 Bälinge (SE). GERTMAR, Lars [SE/SE]; Humlegatan 6, S-722 26 Västerås (SE). SÖRENSEN, Erland [SE/SE]; Gudruns väg 32, S-723 55 Västerås (SE). BERGGREN, Bertil [SE/SE]; Rönnebergagatan 2 B, S-723 46 Västerås (SE). NYGREN, Jan-Anders [SE/SE]; Karlfeldtsgratan 27 B, S-722 22 Västerås (SE).			
(74) Agent: HOPFGARTEN, Nils; L.A. Groth & Co. KB, P.O. Box 6107, S-102 32 Stockholm (SE).		Published With international search report. In English translation (filed in Swedish).	
		(88) Date of publication of the international search report: 5 August 1999 (05.08.99)	

(54) Title: AN ELECTRIC POWER PLANT WITH ELECTRIC MACHINE AND AUXILIARY POWER MEANS



power plant comprises at least one electric machine (2, 4, 6, 8) of alternating current type designed to be connected to a power distribution or transmission network and comprising at least one electric winding. The winding of the machine comprises at least one conductor, a first layer with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer surrounding the conductor, and a second layer with semiconducting properties surrounding the insulating layer. Auxiliary power means (10, 12, 14, 16, 18, 20, 32, 34, 36, 38, 40) are arranged to provide the requisite auxiliary power. The procedure in such a plant is also

**FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY**

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav Republic of Macedonia	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece	ML	Mali	TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	MN	Mongolia	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MR	Mauritania	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MX	Mexico	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	NE	Niger	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NL	Netherlands	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norway	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NZ	New Zealand	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's Republic of Korea	PL	Poland		
CM	Cameroon	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kazakstan	RO	Romania		
CU	Cuba	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
CZ	Czech Republic	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Germany	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
DK	Denmark	LR	Liberia	SG	Singapore		
EE	Estonia						

## PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

REC'D 25 FEB 2000

WIPO

PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference P 98-285 NH/uh	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/SE98/01734	International filing date (day/month/year) 29.09.1998	Priority date (day/month/year) 30.09.1997
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC7 H02K 3/40, H02K 3/30, H02J 11/00, H02K 19/34, H02K 19/38		
Applicant ABB AB et al.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 9 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 26.04.1999	Date of completion of this report 11.02.2000
Name and mailing address of the IPEA/SE Patent- och registreringsverket Box 5055 S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. 08-667 72 88	Authorized officer Hans Bagge af Berga/AE Telephone No. 08-782 25 00

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/SE98/01734

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

☐ the international application as originally filed.

☒ the description, pages 1-18, as originally filed,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_, as originally filed,  
 Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 Nos. 1-60, filed with the letter of 17.01.2000,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

☒ the drawings, sheets/fig 1-22, as originally filed,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

☐ the description, pages \_\_\_\_\_

☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_

☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/SE98/01734

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	<u>1-60</u>	YES
	Claims	_____	NO
Inventive step (IS)	Claims	<u>1-60</u>	YES
	Claims	_____	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	<u>1-60</u>	YES
	Claims	_____	NO

### 2. Citations and explanations

The aim of the claimed invention is to simplify the generation of auxiliary power in an electric power plant that comprises an electric machine of alternating current type. The electric machine is designed to be connected directly to a distribution or transmission network.

According to the invention, the auxiliary power can be generated in several different ways, for example by providing the electrical machine with an additional winding for generating auxiliary power.

### Documents cited in the International Search Report

D1	US, A, 4 785 138
D2	US, A, 4 121 148
D3	Abstract of JP 59-076 156
D4	DE, A1, 4 022 476
D5	DE, A1, 3 006 382
D6	US, A, 5 036 165
D7	US, A, 4 510 077

Documents D1 to D7 are cited to show the general technological background of the invention.

.../...

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/SE98/01734

**Supplemental Box**

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: BOX V.

**Claims 1 and 10**

Claims 1 and 10 describe an electric power plant comprising a rotary electric machine and auxiliary power means. The rotary electric machine is provided with a special type of winding.

Document D1 reveals a linear electric machine with the same type of winding that is described in claims 1 and 10 (see especially column 1, line 45-column 3, line 14; column 3, line 42-47; column 4, line 19-68; figure 1-2).

However, in document D1 there is no information leading a person skilled in the art towards the possibility of using the described winding in a rotary electric machine. Moreover, a person skilled in the art of designing rotary electric machines can not be expected to search for information in the field of linear electric machines. This is because these two types of machines have quite different areas of application and the problems connected with designing a rotary electric machine are in many ways principally different from the problems connected with designing a linear electric machine.

Considering this argumentation the invention defined in claims 1 and 10 is not considered obvious to a person skilled in the art.

Consequently, the invention defined by claims 1 and 10 is considered to fulfil the requirement of inventive step (IS).

**Claims 2-9 and 11-53**

Claims 2-9 and 11-53 are dependent claims to claims 1 or 10. Consequently, bearing in mind the argumentation regarding claims 1 and 10, the invention according to claims 2-9 and 11-53 fulfils the requirement of inventive step (IS).

.../...

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/SE98/01734

**Supplemental Box**

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: BOX V.

**Claims 54-60**

Claims 54, 59 and 60 describe a procedure in an electric power plant comprising a rotary electric machine. The rotary electric machine is provided with the same kind of winding as described in claims 1 and 10. Considering the argumentation regarding claims 1 and 10, the invention defined in claims 54, 59 and 60 is also not considered obvious to a person skilled in the art.

Claims 55-58 describe a procedure in an electric power plant comprising an alternating current electric machine. The electric machine is provided with the same kind of winding as described in claims 1 and 10. Claims 55-58 also describe different ways of generating auxiliary power in the electric power plant.

An alternating current electric machine with the above mentioned type of winding is known from document D1. In order to obtain the invention according to claims 55-58 it would be necessary to combine techniques from two different technical fields. A person skilled in the art of designing means for generating auxiliary power in an electric power plant can not be expected to search for information in the field of linear electric machines. This is because these two technical fields are not related to each other and have very few similarities.

Considering this argumentation the invention defined in claims 55-58 is not considered obvious to a person skilled in the art.

Accordingly, the invention defined by claims 54-60 is considered to fulfil the requirement of inventive step (IS).

**Conclusion**

The invention defined in claims 1-60 has novelty (N) and industrial applicability (IA) and is considered to involve an inventive step (IS).

PCT

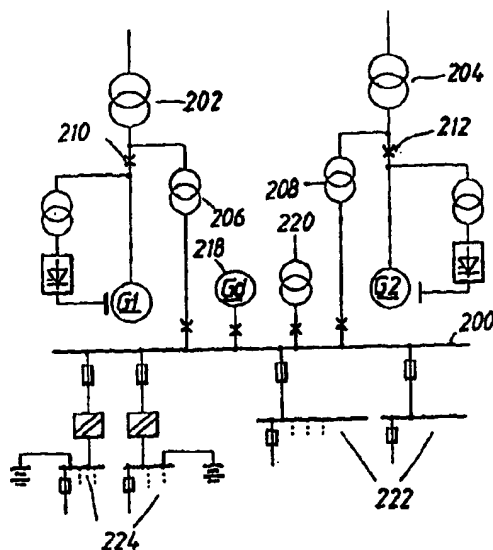
WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION  
International Bureau



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification 6 : <b>H02K 3/40, H02J 11/00, H02K 19/34, 19/38</b>		A2	(11) International Publication Number: <b>WO 99/17426</b>
			(43) International Publication Date: 8 April 1999 (08.04.99)
(21) International Application Number: PCT/SE98/01734		(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, CZ (Utility model), DE, DE (Utility model), DK, DK (Utility model), EE, ES, FI, FI (Utility model), GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (Utility model), SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
(22) International Filing Date: 29 September 1998 (29.09.98)			
(30) Priority Data: 9703548-9 30 September 1997 (30.09.97) SE			
(71) Applicant (for all designated States except US): ASEA BROWN BOVERI AB [SE/SE]; S-721 83 Västerås (SE).			
(72) Inventors; and			
(75) Inventors/Applicants (for US only): LEIJON, Mats [SE/SE]; Hyvlargata 5, S-723 35 Västerås (SE). TEMPLIN, Peter [SE/SE]; Kumleskärgatan 59, S-421 58 Västra Frölunda (SE). HÖLLELAND, Mons [SE/SE]; Fornforsgatan 52, S-723 53 Västerås (SE). KARLSSON, Thommy [SE/SE]; Nyvå, S-740 22 Bälinge (SE). GERTMAR, Lars [SE/SE]; Humlegatan 6, S-722 26 Västerås (SE). SÖRENSEN, Erland [SE/SE]; Gudruns väg 32, S-723 55 Västerås (SE). BERGGREN, Bertil [SE/SE]; Rönnbergagatan 2 B, S-723 46 Västerås (SE). NYGREN, Jan-Anders [SE/SE]; Karlfeldtgatan 27 B, S-722 22 Västerås (SE).			
(74) Agent: HOPFGARTEN, Nils; L.A. Groth & Co. KB, P.O. Box 6107, S-102 32 Stockholm (SE).		Published In English translation (filed in Swedish). Without international search report and to be republished upon receipt of that report.	

(54) Title: AN ELECTRIC POWER PLANT



(57) Abstract

An electric power plant comprises at least one electric machine (2, 4, 6, 8) of alternating current type designed to be connected directly to a distribution or transmission network and comprising at least one electric winding. The winding of the machine comprises at least one electric conductor, a first layer with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer surrounding the first layer and a second layer with semiconducting properties surrounding the insulating layer. Auxiliary power means (10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40) are arranged to provide the requisite auxiliary power. The procedure in such a plant is also described.



**FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY**

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav Republic of Macedonia	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece	ML	Mali	TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	MN	Mongolia	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MR	Mauritania	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MX	Mexico	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	NE	Niger	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NL	Netherlands	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norway	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NZ	New Zealand	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's Republic of Korea	PL	Poland		
CM	Cameroon	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kazakstan	RO	Romania		
CU	Cuba	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
CZ	Czech Republic	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Germany	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
DK	Denmark	LR	Liberia	SG	Singapore		
EE	Estonia						

PCT

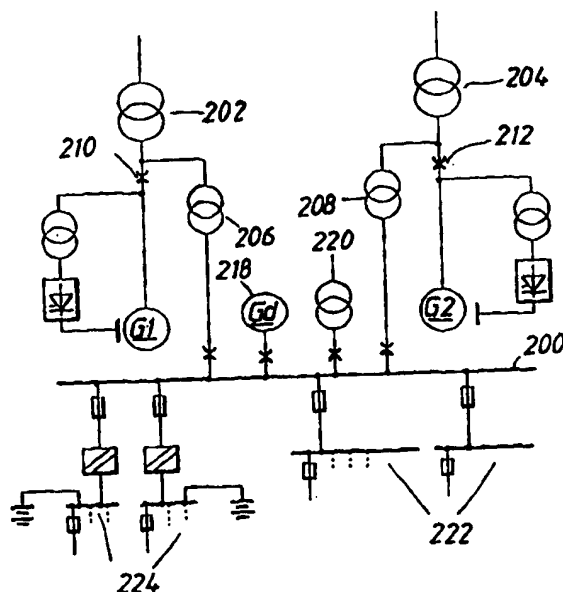
WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION  
International Bureau



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification <sup>6</sup> : <b>H02K 3/40, H02J 11/00, H02K 19/34, 19/38</b>		A2	(11) International Publication Number: <b>WO 99/17426</b>
			(43) International Publication Date: 8 April 1999 (08.04.99)
(21) International Application Number: PCT/SE98/01734		(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, CZ (Utility model), DE, DE (Utility model), DK, DK (Utility model), EE, ES, FI, FI (Utility model), GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (Utility model), SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
(22) International Filing Date: 29 September 1998 (29.09.98)		<p><b>Published</b> In English translation (filed in Swedish). Without international search report and to be republished upon receipt of that report.</p>	
(30) Priority Data: 9703548-9 30 September 1997 (30.09.97) SE			
(71) Applicant (for all designated States except US): ASEA BROWN BOVERI AB [SE/SE]; S-721 83 Västerås (SE).			
(72) Inventors; and (75) Inventors/Applicants (for US only): LEIJON, Mats [SE/SE]; Hyvlargata 5, S-723 35 Västerås (SE). TEMPLIN, Peter [SE/SE]; Kumleskärsgratan 59, S-421 58 Västra Frölunda (SE). HÖLLELAND, Mons [SE/SE]; Fornforsgratan 52, S-723 53 Västerås (SE). KARLSSON, Thommy [SE/SE]; Nyvå, S-740 22 Bälinge (SE). GERTMAR, Lars [SE/SE]; Numlegatan 6, S-722 26 Västerås (SE). SÖRENSEN, Erland [SE/SE]; Gudsruns väg 32, S-723 55 Västerås (SE). BERGGREN, Bertil [SE/SE]; Rönnbergagatan 2 B, S-723 46 Västerås (SE). NYGREN, Jan-Anders [SE/SE]; Karlfeldtsgratan 27 B, S-722 22 Västerås (SE).			
(74) Agent: HOPFGARTEN, Nils; L.A. Groth & Co. KB, P.O. Box 6107, S-102 32 Stockholm (SE).			

(54) Title: AN ELECTRIC POWER PLANT



(57) Abstract

An electric power plant comprises at least one electric machine (2, 4, 6, 8) of alternating current type designed to be connected directly to a distribution or transmission network and comprising at least one electric winding. The winding of the machine comprises at least one electric conductor, a first layer with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer surrounding the first layer and a second layer with semiconducting properties surrounding the insulating layer. Auxiliary power means (10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40) are arranged to provide the requisite auxiliary power. The procedure in such a plant is also described.

**FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY**

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav Republic of Macedonia	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece	ML	Mali	TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	MN	Mongolia	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MR	Mauritania	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MX	Mexico	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	NE	Niger	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NL	Netherlands	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norway	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NZ	New Zealand	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's Republic of Korea	PL	Poland		
CM	Cameroon	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kazakstan	RO	Romania		
CU	Cuba	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
CZ	Czech Republic	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Germany	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
DK	Denmark	LR	Liberia	SG	Singapore		
EE	Estonia						

## AN ELECTRIC POWER PLANT

### Technical field

- The present invention relates to an electric power plant comprising at least one electric machine of alternating current type designed to be connected directly to a distribution or transmission network and comprising at least one electric winding. The invention also relates to procedures in such a plant.

### Background art

- The electric machine included in the plant according to the invention may be a rotary electric machine such as a synchronous machine, dual-fed machine, asynchronous static current converter cascade, external pole machine or synchronous flow machine, or a stationary machine such as a transformer or a reactor.
- To connect machines of this type to distribution or transmission networks, in the following referred to as power networks, transformers have hitherto been used to step up the voltage to network level, i.e. to the range 130-400 kV.

- Generators having a rated voltage of up to 36 kV are described by Paul R. Siedler "36 kV Generators Arise from Insulation Research", Electrical World, 15 October 1932, pages 524-527. These generators comprise windings of high-voltage cable in which the insulation is divided into different layers with different dielectric constants. The insulating material used consists of various combinations of the three components mica-foil mica, varnish and paper.

- It has now been found that, by manufacturing the above-mentioned winding of the machine from an insulated high-voltage electric conductor with a solid insulation of a type similar to that used in cables for power transmission, the machine voltage can be increased to such levels that the machine can be connected directly to any power network without the use of intermediate transformers. The transformer may thus be omitted. A typical operating range for these machines is 30 to 800 kV.

- In conventional generators auxiliary power for starting and operating the machines, as well as for station requirements such as operating pumps and flood gates as well as for heating and lighting purposes, is taken via transformers from the generator terminals, the terminal voltage then being less than 25 kV. Figure 1 shows a simplified survey diagram for auxiliary power distribution in a power station according to known technology. Four alternative supply routes to an auxiliary power busbar 200 are illustrated. Two generators G1, G2 are thus connected to a

power network, each via its own transformer 202, 204. Branches to auxiliary power transformers 206, 208 are located outside the generator circuit breakers 210, 212. Auxiliary power is thus diverted through these auxiliary power transformers 206, 208 to the auxiliary power busbar 200. The figure also shows a diesel generator 218 and supply from the local distribution network, for instance, at 220, providing two more supply alternatives to the auxiliary power busbar 200. The distribution of auxiliary power from the auxiliary power busbar 200 is then effected via the alternating current distribution busbars 222 and direct current distribution busbars 224, as described below.

10

Figure 2 shows a modification of the auxiliary power distribution illustrated in Figure 1, also with four supply alternatives. Two of the supply alternatives comprise generators 226, 228 with extra stator windings for auxiliary power generation and excitation 230, 232 and 234, 236, respectively. In both embodiments according to Figures 1 and 2, switching between various supply alternatives entails a temporary voltage interruption on the auxiliary power busbar 200.

15

In conventional plants, thus, auxiliary power is often taken from the generator terminals via transformers, the terminal voltage then being less than 25 kV. Typical auxiliary power voltages are 400 V - 690 V, 3.3 kV, 6.6 kV, 6 kV - 10 kV. Thus the voltage from the terminal voltage of the generator is often transformed to one or more of these discrete levels via at least one transformer for the auxiliary power.

20

Auxiliary power equipment for heating and lighting, for instance, often requires a voltage of 380-220 V, in which case the power system comprises at least one local power transformer for stepping down the voltage from generator voltage to this auxiliary power voltage. Alternatively an auxiliary power winding may be arranged in the power transformer to perform this stepping down. Both these alternatives for auxiliary power generation require extra equipment in the form of either an extra transformer or a complicated power transformer construction, thus increasing the space required and also making the electric power plant more expensive.

25

30

The problems mentioned above are accentuated in electric machines with a terminal voltage in the range of 36-800 kV.

35

The object of the present invention is thus to provide an electric power plant comprising at least one electric machine of alternating current type that can be connected directly to distribution or transmission networks, which power plant also

comprises auxiliary power means enabling the requisite auxiliary power to be provided in a simple manner.

#### Summary of the invention

- 5 This object is achieved with an electric power plant of the type described in the introduction, having the features defined in claim 1.

The insulating conductor or high-voltage cable used in the present invention is flexible and is of the type described in more detail in WO 97/45919 and  
10 WO 97/45847. The insulated conductor or cable is described further in WO 97/45918, WO 97/45930 and WO 97/45931.

Thus, in the device in accordance with the invention the windings are preferably of a type corresponding to cables having solid, extruded insulation, like those currently used for power distribution, such as XLPE-cables or cables with EPR-insulation. Such a cable comprises an inner conductor composed of one or more  
15 strands, an inner semi-conducting layer surrounding the conductor, a solid insulating layer surrounding this semiconducting layer and an outer semiconducting layer surrounding the insulating layer. Such cables are flexible, which is an important  
20 property in this context since the technology for the device according to the invention is based primarily on winding systems in which the winding is formed from cables which are bent during assembly. The flexibility of a XLPE-cable normally corresponds to a radius of curvature of approximately 20 cm for a cable 30 mm in diameter, and a radius of curvature of approximately 65 cm for a cable 80 mm in  
25 diameter. In the present application the term "flexible" is used to indicate that the winding is flexible down to a radius of curvature of the order of four times the cable diameter, preferably eight to twelve times the cable diameter.

The winding should be constructed to retain its properties even when it is bent  
30 and when it is subjected to thermal or mechanical stress during operation. It is vital that the layers retain their adhesion to each other in this context. The material properties of the layers are decisive here, particularly their elasticity and relative coefficients of thermal expansion. In a XLPE-cable, for instance, the insulating layer consists of cross-linked, low-density polyethylene, and the semiconducting  
35 layers consist of polyethylene with soot and metal particles mixed in. Changes in volume as a result of temperature fluctuations are completely absorbed as changes in the radius of the cable and, thanks to the comparatively slight difference between the coefficients of thermal expansion in the layers in relation to the

elasticity of these materials, the radial expansion can take place without the adhesion between the layers being lost.

The material combinations stated above should be considered only as examples. Other combinations fulfilling the conditions specified and also the condition of being semiconducting, i.e. having a resistivity within the range of  $10^{-1}$ - $10^6$  ohm-cm, e.g. 1-500 ohm-cm, or 10-200 ohm-cm, naturally also fall within the scope of the invention.

10 The insulating layer may consist, for example, of a solid thermoplastic material such as low-density polyethylene (LDPE), high-density polyethylene (HDPE), polypropylene (PP), polybutylene (PB), polymethyl pentane (PMP), cross-linked materials such as cross-linked polyethylene (XLPE), or rubber such as ethylene propylene rubber (EPR) or silicon rubber.

15 The inner and outer semiconducting layers may be of the same basic material but with particles of conducting material such as soot or metal powder mixed in.

20 The mechanical properties of these materials, particularly their coefficients of thermal expansion, are affected relatively little by whether soot or metal powder is mixed in or not - at least in the proportions required to achieve the conductivity necessary according to the invention. The insulating layer and the semiconducting layers thus have substantially the same coefficients of thermal expansion.

25 Ethylene-vinyl-acetate copolymer/nitrile rubber, butylmp polyethylene, ethylene-acrylate-copolymers and ethylene-ethyl-acrylate copolymers may also constitute suitable polymers for the semiconducting layers.

30 Even when different types of material are used as base in the various layers, it is desirable that their coefficients of thermal expansion are of the same order of magnitude. This is the case with the combination of the materials listed above.

35 The materials listed above have relatively good elasticity, with an E-modulus of  $E < 500$  MPa, preferably  $< 200$  MPa. The elasticity is sufficient for any minor differences between the coefficients of thermal expansion for the materials in the layers to be absorbed in the radial direction of the elasticity so that no cracks or other damage appear and so that the layers are not released from each other. The material in the layers is elastic, and the adhesion between the layers is at least of the same magnitude as the weakest of the materials.

The conductivity of the two semiconducting layers is sufficient to substantially equalize the potential along each layer. The conductivity of the outer semiconducting layer is sufficiently large to contain the electrical field in the cable, but sufficiently small not to give rise to significant losses due to currents induced in the longitudinal direction of the layer.

Thus, each of the two semiconducting layers essentially constitutes one equipotential surface, and the winding composed of these layers will substantially enclose the electrical field within it.

There is, of course, nothing to prevent one or more additional semiconducting layers being arranged in the insulating layer.

According to an advantageous embodiment of the plant in accordance with the invention, at least two adjacent layers of the machine's winding have substantially equally large coefficients of thermal expansion. Damage due to crack formation or the like in the insulating layer is thus avoided.

According to another advantageous embodiment of the plant in accordance with the invention, said layers are arranged to adhere to each other even when the insulated conductor is bent. This ensures good contact between the layers throughout.

According to an advantageous embodiment of the machine in accordance with the invention, the auxiliary power means comprise at least one auxiliary power source which is connected to an auxiliary power busbar for distribution of auxiliary power, via power electronics equipment to keep the voltage on the auxiliary power busbar constant, the power electronics equipment being provided with a direct voltage intermediate link, to which a back-up voltage can be connected if necessary. A battery is suitably connected to the direct voltage intermediate link to supply a predetermined back-up voltage to the direct voltage intermediate link if its voltage level falls below said predetermined level. This reinforcement of the direct voltage intermediate link allows temporary overloads to be dealt with without the ordinary supply source becoming overloaded. Voltage and frequency can thus be maintained on the auxiliary power busbar even in the event of temporary interruptions in the ordinary supply. The power electronics equipment can thus be used together with supply sources, such as synchronous/asynchronous generators with constant or varying frequency and voltage, as well as together with



transformers with suitable levels for the secondary voltage. The auxiliary power busbar may also be supplied from a plurality of parallel supply sources.

5 According to another advantageous embodiment of the plant in accordance with the invention, the power electronics equipment is arranged for optional control of power flow from auxiliary power generator to auxiliary power busbar or from auxiliary power busbar to auxiliary power generator, or alternatively from auxiliary power winding in a multi-winding machine to auxiliary power busbar or from auxiliary power busbar to auxiliary power winding in a multi-winding machine. The  
10 equipment for auxiliary power generation can then also be used for electric retardation of the electric machine right down to stop. This is a considerable advantage over known technology in which electric retardation is only possible to 5-10 % of the starting speed, after which mechanical braking is required. No such mechanical braking equipment is thus required in accordance with the present invention.

15 According to yet another advantageous embodiment of the plant in accordance with the invention, if the electric machine is a synchronous machine, the field winding of the auxiliary power generator can be short-circuited and its stator side can be supplied with a three-phase voltage having a phase position and a frequency, such that the auxiliary power generator functions as an asynchronous  
20 machine with direction of rotation for maximum braking torque. This asynchronous operation continues until the machine comes to a standstill.

According to further advantageous embodiments of the plant in accordance with  
25 the invention, the field winding of the auxiliary power generator can be short-circuited and at least one stator winding can be supplied with a direct current. In this case a static frequency changer or a separate thyristor current converter for single-quadrant operation is preferably arranged to supply the stator winding with direct current.

30 According to yet another advantageous embodiment of the plant in accordance with the invention, an auxiliary power generator is designed with a pole number suitable for frequency adaption. The auxiliary power busbar may then have multiple inputs, e.g. a directly connected input and an input via one or more frequency  
35 changers. Double inputs enable switching between alternative supply sources without any interruption of the voltage on the busbar.

Brief description of the drawings

To explain the invention more in detail, embodiments of the plant in accordance with the invention, selected by way of example, will now be described in more detail with reference to Figures 3-22 of the accompanying drawings, in which

5

Figures 1 and 2 show survey diagrams of the auxiliary power distribution in a power station in accordance with known technology,

10

Figure 3 shows a circuit diagram for one embodiment of the electric power plant in accordance with the invention, with various auxiliary power sources for supplying an auxiliary power busbar via a direct voltage intermediate link,

Figure 4 shows in more detail one of the examples in Figure 3 for obtaining auxiliary power,

15

Figure 5 shows various alternatives for exciting an electric machine in the plant in accordance with the invention,

Figure 6 illustrates a principle solution for obtaining auxiliary power in a case with several parallel supply sources,

20

Figure 7 shows a modification of the embodiment in Figure 6, in which another supply source has been added in the form of an earthing transformer with an extra secondary winding,

Figure 8 shows in more detail an example of the output circuit of the power electronics equipment in the embodiments illustrated in the previous figures,

25

Figure 9 shows an embodiment in which auxiliary power is generated by an auxiliary power generator which can also be used for electric retardation of the electric machine,

Figure 10 illustrates an embodiment having several possible inputs to the auxiliary power busbar,

30

Figure 11 shows an embodiment having auxiliary power distribution with several voltage levels,

Figures 12 and 13 show two examples of short-circuiting of the field winding of the auxiliary power generator during retardation,

35

Figure 14 shows an embodiment of the plant in accordance with the invention, in which a separate auxiliary power generator is used for starting the static frequency changer,

Figure 15 shows an embodiment in which a separate auxiliary power winding is used for starting the static frequency changer of a synchronous machine,

- Figure 16 shows an embodiment of the plant in accordance with the invention in which a separate auxiliary power winding is used for frequency changer start of a synchronous machine and in which voltage adjustment is performed with the aid of a three-winding transformer,
- 5 Figure 17 shows an embodiment having two generators with common frequency changer equipment,
- Figure 18 illustrates a principle solution for auxiliary power distribution in an embodiment of the plant in accordance with the invention having generators with variable speed,
- 10 Figure 19 shows a schematic view, in perspective, of a section taken diametrically through a stator in a rotary electric machine in an electric power plant in accordance with the invention,
- Figure 20 shows a cross section through an insulated conductor used for windings in machines in the electric power plant in accordance with
- 15 the present invention,
- Figure 21 shows schematically a sector of a rotary electric machine in the electric power plant in accordance with the invention, and
- Figure 22 shows a sector of the stator corresponding to one tooth pitch of the radial sector in Figure 21.

20

#### Description of preferred embodiments

- Figure 3 shows a circuit diagram for one embodiment of the electric power plant in accordance with the invention, comprising a number of electric machines of alternating power type, such as generators 2, 4, 6 and a transformer 8, constructed in
- 25 accordance with the invention for connection directly to a busbar at high voltage, typically in the range 40-400 kV via a circuit breaker 9 connected to the power network. The generator 2 is designed with a separate auxiliary power winding 10 for connection via power electronics equipment to an auxiliary power busbar lying typically at a voltage of 400 V. The power electronics equipment comprises an input
- 30 step 12 in the form of a rectifier 12, which is connected between the auxiliary power winding 10 and a direct voltage intermediate link 14. Between the direct voltage intermediate link 14 and the auxiliary power busbar is an output step 16 in the form of an inverter and a transformer 18. The input step 12, direct voltage intermediate link 14 and output step 16 in principle constitute a static frequency
- 35 changer with a constant direct voltage intermediate link.

The generator 4 is provided with a tapping terminal which is connected via transformer 20 and input step 22 to the direct voltage intermediate link 14 for tapping off auxiliary power.

The generator 6 is arranged to drive a separate auxiliary power generator 24 which in its turn is connected to the direct voltage intermediate link 14 via an input step 26.

5

By way of another example of an auxiliary power source an earthing transformer 8 is shown connected directly to the busbar and provided with an extra secondary winding 28 for extraction of auxiliary power. The secondary winding 28 is connected to the direct voltage intermediate link 14 via an input step 30.

10

A back-up circuit in the form of a battery 32 is connected to the direct voltage intermediate link 14 via a semiconductor rectifier 34 which blocks the circuit during normal operation, and a resistor 36. If the ordinary supply sources for the input steps 12, 22, 26, 30 are limited to keep the output voltage of the static frequency changers constant at temporary overloading and temporary cuts in the supply, the back-up circuit 32, 34, 36 comes into operation and maintains constant voltage on the direct voltage intermediate link 14. This avoids the supply source(s) being overloaded at temporary overloading or interruptions. The back-up circuit 32, 34, 36 thus serves to reinforce the direct voltage intermediate link 14.

20

In system solutions having several parallel inputs, like the supply of the direct voltage intermediate link 14 shown in Figure 3, equipment for load distribution may also be included.

25 At maximum permitted current in the input the output voltage levels on the input steps 12, 22, 26, 30, i.e. the voltage on the direct voltage intermediate link 14, shall be lower than the level of the back-up voltage of the back-up circuit 32, 34, 36, which is then connected.

30 The auxiliary power busbar may also have several parallel inputs, i.e. a diesel-driven generator 38 and an external supply source connected via the transformer 40, as well as the input 16, 18 from the direct voltage intermediate link 14.

Figure 4 shows more clearly an embodiment with an electric machine in the form of a synchronous machine 42 having an extra auxiliary power winding 44. The voltage from the auxiliary power winding 44 is rectified in the input step 46 of the power electronics equipment. The direct voltage intermediate link of the power electronics equipment 48 acquires a load-dependent voltage value ULS, which is

35

visualised as a constant voltage  $U$  minus a load-dependent voltage drop  $\Delta U_{RL}$  over the resistor  $R_1$  and the inductance  $L$ .

The direct voltage intermediate link 50 also constitutes a back-up circuit in the form of a battery 52, a semiconductor rectifier 54 and a resistor 56, connected as described above with reference to Figure 3.

At maximum permitted current,  $I_{max}$ , in the supply circuit 58 from the auxiliary winding 44, the voltage level  $U_{LS}$  on the direct voltage intermediate link 50 is less than the level of the back-up voltage  $U_B$  from the back-up circuit 52, 54, 56, whereupon this is connected in via the semiconductor rectifier 54.

The back-up circuit is kept charged via the resistor 56 and the circuit is blocked during normal operation by means of the semiconductor rectifier 54.

If voltage and frequency are constant the input step 46 can be formed by a traditional diode bridge and the load-dependent voltage drop  $\Delta U_{RL}$  is achieved with the aid of the resistor  $R_1$  and inductance  $L$ . In system solutions in which the supply voltage can vary both in level and in frequency, the input step 46 is preferably realised with the aid of controllable semiconducting elements and the voltage level  $U_{LS}$  on the direct voltage intermediate link 50 is adjusted to the current operating situation by means of current-controlled voltage control. Maintenance charging of the battery 52 in the back-up circuit is effected using conventional equipment for charging batteries, and the semi-conductor rectifier may be replaced with a thyristor switch, for instance, having ignition circuit for controlled activation of the back-up circuit.

Voltage conversion and filtering of the harmonic content occurs in the output step of the power electronics equipment 48, comprising an attenuator 60 and transformer 62, as described in more detail with reference to Figure 8.

The auxiliary power distribution normally comprises an alternating voltage busbar 64 and one or two direct voltage busbars 66, 68. The direct voltage busbars 66, 68 are supplied by battery 70, 72 and by inverter 74, 76. The inverter 74, 76 can be supplied from the alternating voltage busbar 64 or from the intermediate link 50 of the power electronics equipment 48.

Figure 5 shows an embodiment similar to that shown in Figure 2, with a different supply alternative for excitation of the machine 42. The extra auxiliary power

winding 44 is utilized as supply source for the excitation. It is then important that the field winding 74 of the machine 42, or the supply field, is galvanically separated from the supply source of the excitation equipment.

- 5    Excitation may be performed with the aid of traditional static current converter equipment, a separate synchronous machine or permanent magnet generator 76, or supply from the auxiliary power busbar 64 being used instead of the auxiliary power winding 44.
- 10   Alternatively, excitation can be achieved from the direct voltage intermediate link 50 with the aid of a chopper connection 78 with galvanic separation of input and output.

The type of supply selected for excitation of the machine 42 depends primarily on the strength of excitation desired. Supply from the auxiliary power busbar 64 is normally not chosen in cases where strong excitation is desired.

Figure 6 shows an embodiment similar to that in Figures 2 and 3, in which auxiliary power is supplied to the direct voltage intermediate link 50 through several parallel inputs 58, 78, 80. Two alternatives for excitation of the machine 42 are illustrated in the figure, i.e. from the auxiliary power winding 44 and from the direct voltage intermediate link 50. If redundancy is required it is advisable for two alternatives to be used for the excitation.

- 25   In the embodiment shown in Figure 6, thus, the power electronics equipment comprises several parallel input steps 58, 78, 80. If galvanic separation is required between the supply sources, a transformer is added to each input step. Individual, current-controlled, voltage regulation of each input step is required if current limiting is necessary for protection of one or more supply sources. In this embodiment the input circuits from the various supply sources are supplied with both varying voltage level and varying frequency.

Figure 7 shows another embodiment having several parallel inputs to the direct voltage intermediate link 50, as in Figure 6, one of these input sources comprising an earthing transformer 82 with extra secondary winding 84. The primary task of the earthing transformer 82 is to achieve an artificial zero point for system earthing in order to eliminate circulating third harmonic currents during operation of one or more parallel generators 42, 86, 88, and to limit the zero-point current in the event of external faults.

The figure shows two supply alternatives from transformer 82, ALT 1 or ALT 2, respectively. In ALT 1 supply is via the direct voltage intermediate link 50, whereas in ALT 2 the auxiliary power busbar 90 is supplied directly from the secondary winding 84 of the earthing transformer 82. In this case the voltage from the secondary winding 84 must be adapted to the voltage on the auxiliary power busbar 90.

Figure 8 shows in more detail an embodiment of the main circuit of the power electronics equipment, comprising input steps connected between a supply source and the direct voltage intermediate link 50 which acts as collection point. As described above, a back-up circuit consisting of battery 52, semiconductor rectifier 54 and resistor 56 is connected to the direct voltage intermediate link 50, and an output step is connected between the direct voltage intermediate link 50 and the auxiliary power busbar, for voltage conversion and filtering harmonics. The input steps, intended primarily for rectifying the voltage from the supply source, and the output step, intended for inverting the voltage, are known per se and are therefore not described in detail.

Figure 9 shows an embodiment of the plant in accordance with the invention in which the equipment for auxiliary power generation can also be used for electric retardation of the machine, the braking effect functioning all the way down to a standstill.

The plant thus comprises an electric machine 92 with brushless excitation and an auxiliary power generator 94, also with brushless excitation. The auxiliary power generator 94 is connected to an auxiliary power busbar 98 via a static frequency changer 96. Other supply sources, such as an external source at 100 or a diesel generator 102, may also be connected to the auxiliary power busbar 98.

A common rotating excitation equipment 104 is provided for excitation of the machine 92 and the auxiliary power generator 94. This excitation equipment comprises a permanent magnet generator 106 and rectifier elements such as thyristor bridges 108, 110 to supply the field windings 112, 114 of the generators 92, 94. The thyristor bridges 108, 110 are controlled from a stationary control means 116, each via its own unit for wireless communication. Each communication unit comprises a stationary transmitter and/or receiver unit 118 connected to the control means 116, and a receiver and/or transmitter unit 120 applied on the rotating excitation equipment.

In Figure 9 a connection 122 is also indicated between the machine 92 and the control means 116, so that the output voltage of the machine 92 can be controlled by control of the excitation. A connection 124 is also indicated to measure the  
5 network voltage, which is necessary for phasing in the machine 92.

In this embodiment the equipment for generating auxiliary power comprises frequency changer equipment 96 for multi-quadrant operation, and can be used for electric retardation of the machine 92. The braking effect is achieved by short-circuiting the field winding 114 of the auxiliary power generator 94 and supplying  
10 its stator side with a three-phase voltage having a phase position and a frequency enabling the auxiliary power generator 94 (synchronous machine) to function as an asynchronous machine with rotation direction for maximum braking torque. Asynchronous operation may continue until the machine 92 comes to a complete  
15 standstill. This is described in more detail below with reference to Figure 12.

The braking effect can also be achieved by short-circuiting the field winding 114 of the auxiliary power generator 94 and supplying its stator winding with direct current, as is described in more detail below with reference to Figure 13.

20

Decisive for how the auxiliary power generator 94 can be used for retardation is how long it can be overloaded without damage.

Figure 10 shows an example of several input possibilities to the auxiliary power busbar 126. Besides an external supply source 128 and diesel generator 130, for instance, two generators 132, 134 sharing common frequency changer equipment 136 are shown which can in its turn connect the auxiliary power generators 132, 134 (via transformer 138) to the auxiliary power busbar 126. Thus supply via the frequency changer 136 or by directly connected supply from the auxiliary power  
25 generators 132, 134, as well as alternative supplies 128, 130 are possible.  
30

Figure 11 shows an embodiment with auxiliary power distribution having several voltage levels. The generators 140, 142 may thus be connected directly to a 6 kV level and, via transformers 144, 146 with extra secondary lines, directly with the auxiliary power busbar 150, or via the frequency changer equipment 148. The  
35 auxiliary power busbar lies typically on 0.4 kV and supplies the direct voltage busbars 156, 158 via converters 152, 154 as described above. However, other voltage levels, or even several voltage levels, are also possible.



- Figure 12 illustrates more clearly the principle of short-circuiting the field winding 162 of the auxiliary power generator during retardation operation. The field winding 162 is thus connected to the excitation equipment 164 via a thyristor short-circuiter 166 comprising two oppositely directed thyristors 168, 170 with their ignition circuits 172, 174. The stator side of the generator 160 is supplied with alternating voltage via the frequency changer 176 with a phase position and frequency so that the machine operates as an asynchronous machine with direction of rotation for maximum braking torque.
- 10 Figure 13 shows an alternative embodiment in which the generator 160 is supplied with direct voltage on the stator side from a thyristor converter 178. Counter-current braking is thus obtained, where the braking effect is realised with direct voltage.
- 15 Figure 14 shows an embodiment of the plant in accordance with the invention in which a separate auxiliary power generator G2 is used as start motor. The auxiliary power generator G2 is driven by the electric machine G1 which is connected directly to the power network. The auxiliary power busbar 240 lies typically on a voltage of 0.4 kV and has three input alternatives, i.e. a diesel generator Gd, an
- 20 input from an external supply source 241 via a transformer T2, and the separate auxiliary power generator G2 which is connected to the auxiliary power busbar 240 via a transformer T1 for voltage adjustment. At the moment when the machine G1 is to start, the circuit breakers CB1, CB2 and CB5 are opened. A voltage is applied on the auxiliary power busbar 240 via one of said supply alternatives
- 25 Gd, 241. During the time for the first step of the start-up process the circuit breaker CB4 is closed and the circuit breaker CB5 is open, which means that the frequency changer FC is connected directly to the auxiliary power generator G2. During the time for the second step of the start-up process the circuit breaker CB4 is open and the circuit breaker CB5 is closed. During the start-up process the excitation equipment EXC of the auxiliary power generator G2 is supplied from the
- 30 auxiliary power busbar 240 via the transformer T3. When the machine G1 has been phased in in motor operation, switching occurs to ordinary excitation and voltage is applied on the auxiliary power busbar 240 from the external network by supply via machine G1 and auxiliary power generator G2. The circuit breaker CB1
- 35 is closed and the other auxiliary systems can be started.

Figure 15 shows an alternative embodiment of the plant in accordance with the invention, in which a separate auxiliary power winding 242 of the machine G1 is used at start-up. In a similar manner to the embodiment described in Figure 14,

the auxiliary power busbar 240 has three input alternatives, of which one supply source is the separate auxiliary power winding 242 of the machine G1 which supplies the auxiliary power busbar 240 via the transformer T1 for voltage adjustment. The start-up process is the same as in the embodiment shown in Figure 14 and, when the machine G1 has been phased in in motor operation, switching occurs to ordinary excitation by the excitation equipment EXC and voltage is applied on the auxiliary power busbar 240 from the external network through the machine G1 and its auxiliary power winding 242. When the synchronous machine G1 has been phased in it can have the following simultaneous operating modes: A synchronous motor mode for driving a turbine part, for instance, in air or vacuum, a synchronous compensator mode for generating reactive power for maintaining voltage, and a transformer mode for stepping down and transmitting both active and reactive power to the auxiliary power busbar.

Figure 16 shows a modification of the embodiment in Figure 15, in which a three-winding transformer 244 is connected to the auxiliary power winding 242 of the machine G1. The auxiliary power busbar 240 is supplied via one secondary winding of the three-winding transformer 244 and the transformer 243, while the other secondary winding of the three-winding transformer 244 is used for excitation of the machine G1. The start-up process, as well as normal operation are performed in a similar manner as in the embodiment according to Figure 15.

Figure 17 shows an embodiment of the plant in accordance with the invention, with two machines or generators 246, 248 having common frequency changer equipment FC for start-up. Each generator 246, 248 comprises an extra auxiliary power winding 250, 252 to supply the auxiliary power busbar 254 in a similar manner as in the embodiment in Figure 15. The auxiliary power systems can be connected with the circuit breaker CB7 and the auxiliary power windings can be separated from respective auxiliary power busbar 254 with the aid of circuit breakers CB1, CB4, respectively. The figure also shows turbine parts ST1 and ST2 connected to the machines 246, 248 via couplings C1, C2, respectively. In other respects the function of the embodiment shown in Figure 17 is the same as that of the embodiment shown in Figure 15.

Figure 18 illustrates yet another principle for auxiliary power distribution when the speed of the machines 256, 258 in the plant is variable. A voltage is applied on the auxiliary power distribution at station level via one of four alternative input routes, i.e. from either the machine 256 or the machine 258, or from a diesel generator 260 or from an external supply source 262. At start-up of the machine 258,

voltage is applied temporarily on the auxiliary power distribution for the machine 258 via the auxiliary power distribution for station level, whereupon the ordinary input from the machine 258 is opened before applying voltage. After start-up and voltage build-up, switching occurs to ordinary excitation, i.e. the machine 258 produces its own auxiliary force. Constant speed is maintained for pump driving and the like upon variation in the voltage and frequency of the supply network, with the aid of integral motors 264. Direct voltage and alternating voltage distribution busbars are connected to the auxiliary power distribution at station level as described above. The alternative voltage distribution busbar given priority is supplied via frequency changers 266, 268 by constant direct voltage intermediate link 270 and battery back-up 272, as described above.

Several modifications of the embodiments shown and described above by way of example are feasible within the scope of the invention. Thus, both auxiliary power generator and machine can be excited with the aid of static exciters or brushless exciters with diode rectifiers. Furthermore, adaptation and coupling between auxiliary power generators and auxiliary power busbars can naturally be realised in several different ways. Start-up methods and principles may vary from plant to plant, and in some cases the frequency changer may be supplied for start-up from a separate supply source, possibly from a separate diesel generator.

The conductors and other equipment for auxiliary power generator can also be used for electric braking as well as frequency changer start of the machines.

Figure 19 shows a part of an electric alternating current machine of the type included in the plant in accordance with the invention. The rotor has been removed to reveal the construction of the stator 1 more clearly. The main parts of the stator 1 are a stator frame 25, a stator core 3 comprising stator teeth 27, and a stator back defining an outer back portion 5. The stator also comprises a stator winding 29 formed from an insulated conductor and placed in a space 7, also termed slot, shaped like a bicycle chain, see Figure 21, formed between individual stator teeth 27. In Figure 21 the stator winding 29 is only indicated by its conductor. As is apparent from Figure 19, the stator winding 29 forms a coil-end package 31 on each side of the stator 1. Figure 21 also reveals that the insulated conductor is stepped in several dimensions, depending on its radial position in the stator.

In larger conventional machines, the stator frame 25 often consists of a welded steel plate construction. In large machines the stator core 3, also termed the laminated core, is generally made of 0.35 mm plate divided into stacks with an axial

length of approximately 50 mm separated from each other by 5 mm ventilation ducts forming partitions. However, the ventilation ducts are eliminated in a machine of the type included in the plant in accordance with the present invention. In large machines the construction of each laminated stack is achieved by stacking punched plate segments 9 of a suitable size together to a first layer, and placing each subsequent layer crosswise to construct a complete plate-shaped part of a stator core 3. The parts and partitions are held together by pressure shanks 33 which are pressed against pressure rings, pressure fingers or pressure segments, not shown. Only two pressure shanks have been shown in Figure 19.

Figure 20 shows a cross-section through an insulated conductor intended for use in the windings in the machine or machines in the plant in accordance with the present invention. The insulated conductor 11 comprises a number of strands 35 having circular cross section and consisting of copper (Cu), for instance. These strands 35 are arranged in the middle of the insulated conductor 11. A first semiconducting layer 13 is arranged around the strands 35. An insulating layer 37, e.g. XLPE insulation, is arranged around the first semiconducting layer 13. A second semiconducting layer 15 is arranged around the insulating layer 37. The insulated conductor is flexible and retains this property throughout its service life. Said three layers are constructed so that they adhere to each other even when the insulated conductor is bent. The insulated conductor has a diameter within the interval 20-250 mm and a conducting area within the interval 80-3000 mm<sup>2</sup>.

Figure 21 shows schematically a radial sector of a machine with a segment 9 of the stator 1 and a rotor pole 39 on the rotor 17 of the machine. It can also be seen that the stator winding 29 is arranged in the space 7 shaped like a bicycle chain, formed between individual stator teeth 27. Each stator tooth 27 extends radially inwards from the outer back portion 5.

Figure 22 shows a sector corresponding to one tooth pitch of the radial sector in Figure 21, with the stator winding 29 in the slot 7, this being made in three steps with the innermost step, seen in radial direction, having the smallest diameter and the outermost step, seen in radial direction, having the largest diameter. Each step is provided with four winding turns. The slot 7 has a bottom 41 at its outermost radius, and a top 21 at its innermost radius. The embodiment in Figure 22 shows an auxiliary power winding 43 arranged in a channel 23 situated in connection with the bottom 41 of the slot through which the auxiliary power winding 43 runs. Furthermore, the channel 23, with its auxiliary power winding 43 is situated radially in relation to the stator winding 29. The complete auxiliary power

winding is obtained by a suitable number of slots 7 being provided with channels 23 in the bottom 20 of the slot so that a suitable number of winding turns is obtained depending on the auxiliary power voltage desired. The location shown in Figure 22 offers advantages as regards assembly of the winding. This location  
5 also gives lower losses in the extra winding and ensures that the leakage reactance for the main winding does not increase. The auxiliary power winding is constructed in the same way as the main winding but with considerably fewer turns, which gives lower terminal voltage. The power output from the auxiliary power winding is within the range of a kW or so up to about 25% of the total output of the  
10 machine. Thus the auxiliary power winding is the smaller winding with regard to power and is therefore placed in the bottom of the slot 7.

The auxiliary power voltage for the station requirement is determined to certain values, e.g. 400 V-690 V-3 kV, 3 kV-6.6 kV or 10 kV. However, depending on the  
15 parameters of the main design of the generator construction, it may not be possible to obtain these specific voltage levels and the auxiliary power winding is therefore dimensioned to come as close as possible to these values so that a transformation to these values can be achieved with a relatively simple transformer.

20 The embodiment of an auxiliary power winding shown in Figure 22 constitutes only one possible solution of the location of the winding. The winding may also be placed in the top 21 of the slot, or somewhere else along the slot. A slot may also be provided with more than one winding turn. Neither need every slot be provided with auxiliary power winding. Instead every second slot, or every third slot may be  
25 provided with the winding. Many modifications of the embodiments may therefore be selected within the scope of the invention, depending on the design parameters of the generator and the auxiliary power voltage desired for the station requirements. The common denominator for all embodiments is that the generator is provided with a stator winding of high voltage type and that the auxiliary power winding  
30 is located in or close to the slot. By "in or close to" the slot is means that the slot space 7 communicates with the channel 23 for the auxiliary power winding 43.

The stator thus comprises at least one winding system acting as auxiliary power winding consisting of solid insulated conductors of the type described above,  
35 placed and arranged so that they link enough magnetic flux to ensure that the induced voltage is suitable for direct connection to a distribution or transmission network, i.e. typically 36 kV - 800 kV.

---

CLAIMS

1. An electric power plant comprising at least one electric machine (2, 4, 6, 8) of alternating current type designed to be connected directly to a distribution or transmission network and comprising at least one electric winding, **characterized** in that the winding of the machine (2, 4, 6, 8) comprises at least one electric conductor (35), a first layer (13) with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer (37) surrounding the first layer and a second layer (15) with semiconducting properties surrounding the insulating layer, and also in that auxiliary power means (10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40) are arranged to provide the requisite auxiliary power.
2. A plant as claimed in claim 1, **characterized** in that the potential on the first layer is substantially equal to the potential on the conductor.
3. A plant as claimed in claim 1 or claim 2, **characterized** in that the second layer is arranged to form a substantially equipotential surface surrounding the conductor.
4. A plant as claimed in claim 3, **characterized** in that the second layer is connected to a predetermined potential.
5. A plant as claimed in claim 4, **characterized** in that said predetermined potential is earth potential.
6. A plant as claimed in any of the preceding claims, **characterized** in that at least two adjacent layers of the machine's winding have substantially equally large coefficients of thermal expansion.
7. A plant as claimed in any of the preceding claims, **characterized** in that the conductor comprises a number of strands, at least some of which are in electric contact with each other.
8. A plant as claimed in any of the preceding claims, **characterized** in that each of said three layers is firmly joined to adjacent layers along substantially its entire contact surface.

9. A plant as claimed in any of the preceding claims, **characterized** in that said layers are arranged to adhere to each other even when the insulated conductor is bent.

5 10. An electric power plant comprising at least one electric machine of alternating current type designed to be connected directly to a distribution or transmission network and comprising at least one magnetic core and at least one electric winding, **characterized** in that the winding is formed from a cable comprising one or more current-carrying conductors, each conductor having a number of  
10 strands, an inner semiconducting layer provided around each conductor, an insulating layer of solid insulating material provided around said inner semiconducting layer, and an outer semiconducting layer provided around the insulating layer, and in that auxiliary power means are arranged to provide the requisite auxiliary power.

15 11. A plant as claimed in claim 10, **characterized** in that said cable comprises a sheath.

20 12. A plant as claimed in any of claims 1-11, **characterized** in that the electric machine is a rotary electric machine and in that the stator is provided with at least two windings designed for different voltages, one of which windings is arranged as auxiliary power winding to generate auxiliary power.

25 13. A plant as claimed in claim 12, **characterized** in that the auxiliary power winding comprises at least one electric conductor, a first layer with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer surrounding the first layer and a second layer with semiconducting properties surrounding the insulating layer.

30 14. A plant as claimed in claim 12 or claim 13, **characterized** in that one stator winding (6) is dimensioned for voltages in the range of 36 kV - 800 kV, whereas the auxiliary power winding (22) is dimensioned for voltages in the range of 400 V - 20 kV.

35 15. A plant as claimed in any of claims 12-14, **characterized** in that the auxiliary power winding (22) is dimensioned to supply voltage within one of the following discrete voltage ranges: 380-420 V, 650-725 V, 3.1-3.5 kV, 6.2-7.0 kV or 9.5-10.5 kV.

16. A plant as claimed in any of claims 12-14, **characterized** in that the auxiliary power winding (22) is dimensioned to supply a voltage arranged to be transformed to a voltage within one of the following discrete voltage ranges: 380-420 V, 650-725 V, 3.1-3.5 kV, 6.2-7.0 kV or 9.5-10.5 kV.
- 5 17. A plant as claimed in any of claims 12-16, **characterized** in that the auxiliary power winding (22) is a three-phase winding.
- 10 18. A plant as claimed in any of claims 12-17, **characterized** in that the auxiliary power winding (22) is placed in the bottom of a slot (7) formed between two adjacent stator teeth (4).
- 15 19. A plant as claimed in claim 18, **characterized** in that the auxiliary power winding (22) is placed in an extra winding space (23) in the stator (1), oriented radially in relation to the stator winding (6).
- 20 20. A plant as claimed in claim 18 or claim 19, **characterized** in that the auxiliary power winding (22) is placed in every slot (7) in the stator (1).
- 20 21. A plant as claimed in any of claims 1-11, **characterized** in that the electric machine is a generator and in that the auxiliary power means comprise a tapping terminal on the generator winding for tapping auxiliary power, to form an auxiliary power source.
- 25 22. A plant as claimed in any of claims 1-11, **characterized** in that the auxiliary power means comprise as an auxiliary power source a separate auxiliary power generator, such as a synchronous machine or permanent magnet generator, driven by the electric machine.
- 30 23. A plant as claimed in claim 22, **characterized** in that the auxiliary power generator is provided with at least one winding comprising at least one electric conductor, a first layer with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer surrounding the first layer and a second layer with semiconducting properties surrounding the insulating layer.
- 35 24. A plant as claimed in any of claims 1-11, **characterized** in that the auxiliary power means comprise as auxiliary power source an extra secondary winding of an earthing transformer connected to a busbar for several generators.



25. A plant as claimed in any of claims 1-11, **characterized** in that at least one of the windings of an earthing transformer connected to a busbar for several generators is provided with a tapping terminal for extracting auxiliary power.

5 26. A plant as claimed in claim 24 or claim 25, **characterized** in that at least one of the transformer's windings comprises at least one electric conductor, a first layer with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer surrounding the first layer and a second layer with semiconducting properties surrounding the insulating layer.

10

27. A plant as claimed in any of the preceding claims, **characterized** in that the auxiliary power means comprise at least one auxiliary power source which is connected to an auxiliary power busbar for distribution of auxiliary power, via power electronics equipment to keep the voltage on the auxiliary power busbar  
15 constant, the power electronics equipment being provided with a direct voltage intermediate link, to which a back-up voltage can be connected if necessary.

28. A plant as claimed in claim 27, **characterized** in that a battery is connected to the direct voltage intermediate link to supply a predetermined back-up  
20 voltage to the direct voltage intermediate link if its voltage level falls below said predetermined level.

29. A plant as claimed in claim 27 or claim 28, **characterized** in that the power electronics equipment comprises an input stage for rectifying alternating  
25 voltage obtained from the auxiliary power source, for generation of a direct voltage on the intermediate link in the power electronics equipment.

30. A plant as claimed in claim 29, **characterized** in that the input stage comprises a diode bridge.

30

31. A plant as claimed in claim 29, **characterized** in that the input stage and an output stage included in the power electronics equipment each comprise a converter equipment.

35 32. A plant as claimed in claim 29, **characterized** in that the input stage is designed to generate a direct voltage on the intermediate link, with a load-dependent voltage level.

33. A plant as claimed in claim 32, **characterized** in that the input stage comprises a resistor and an inductor to produce a load-dependent voltage drop.

34. A plant as claimed in claim 33, **characterized** in that the input stage is  
5 so designed that, when the maximum permitted current is supplied, the voltage on the direct voltage intermediate link lies below said back-up voltage.

35. A plant as claimed in any of claims 27-34, **characterized** in that a plu-  
rality of generators with extra windings for generating auxiliary power are con-  
10 nected in parallel to the direct voltage intermediate link, each via its own input stage in the auxiliary electronics equipment.

36. A plant as claimed in any of claims 27-35, **characterized** in that the  
auxiliary power busbar can be supplied from additional sources, such as external  
15 supply sources or generators driven by diesel engines.

37. A plant as claimed in any of claims 27-36, **characterized** in that at least  
one alternating voltage busbar and at least one direct voltage busbar for distribut-  
ing auxiliary power are supplied both from a battery and from the auxiliary power  
20 busbar via a converter or from the intermediate link of the power electronics equipment.

38. A plant as claimed in claim 12 or claim 13, **characterized** in that the  
rotary electric machine is arranged to be excited from the auxiliary power winding.  
25

39. A plant as claimed in any of claims 27-37, **characterized** in that the  
electric machine is arranged to be excited with the aid of a chopper circuit, the in-  
put and output being galvanically separated and the input being connected to the  
direct voltage intermediate link.

30

40. A plant as claimed in claim 22 or claim 23, **characterized** in that the  
auxiliary power generator is connected to an auxiliary power busbar, and in that  
an integral motor is arranged to keep the speed of the auxiliary power generator  
constant when variations appear in the voltage and/or frequency of the supply  
35 network.

41. A plant as claimed in claim 22 or claim 23, **characterized** in that the  
power electronic equipment is arranged for optional control of power flow from

auxiliary power generator to auxiliary power busbar or from auxiliary power busbar to auxiliary power generator.

42. A plant as claimed in claim 41, wherein the electric machine is a synchronous machine, **characterized** in that the field winding of the auxiliary power generator can be short-circuited and in that its stator side can be supplied with a three-phase voltage having a phase position and a frequency, such that the auxiliary power generator functions as an asynchronous machine with direction of rotation for maximum braking torque.
43. A plant as claimed in claim 41, wherein the electric machine is a synchronous machine, **characterized** in that the field winding of the auxiliary power generator can be short-circuited and in that at least one stator winding in the auxiliary power generator can be supplied with a direct current.
44. A plant as claimed in claim 43, **characterized** in that a frequency changer or a separate thyristor current converter for single-quadrant operation is arranged to supply at least one stator winding of the auxiliary power generator with direct current.
45. A plant as claimed in any of claims 41-44, **characterized** in that the auxiliary power generator is designed with a pole number suitable for frequency adaptation.
46. A plant as claimed in claim 12 or claim 13 **characterized** in that the power electronics equipment is arranged for optional control of power flow from auxiliary power winding to auxiliary power busbar or from auxiliary power busbar to auxiliary winding.
47. A plant as claimed in claim 46, wherein the electric machine is a synchronous machine, **characterized** in that the field winding of the machine can be short-circuited and in that its auxiliary winding can be supplied with a three-phase voltage having a phase position and a frequency, such that the synchronous machine functions as an asynchronous machine with a direction of rotation for maximum braking torque.
48. A plant as claimed in claim 46, wherein the electric machine is a synchronous machine, **characterized** in that the field winding of the machine can be

short-circuited and in that at least one of its auxiliary windings can be supplied with direct current.

49. A plant as claimed in claim 46, wherein the electric machine is a syn-  
5 chronous machine, **characterized** in that a frequency changer or a separate thy-  
ristor current converter for single-quadrant operation is arranged to supply an  
auxiliary power winding in the machine with direct current.

50. A plant as claimed in any of claims 27-37 **characterized** in that the  
10 electric machine is arranged to be excited from a separately driven auxiliary power  
generator.

51. A plant as claimed in any of claims 17-21, 22 or 23, **characterized** in  
that an auxiliary power generator or generator with auxiliary power winding is con-  
15 nected to an auxiliary power busbar, and in that actual loads are connected to in-  
tegral motors, the speed being kept constant when variations occur in the voltage  
and/or frequency of the supply network.

52. A plant as claimed in any of claims 1-24, **characterized** in that the ma-  
20 chine with auxiliary power winding, connected to an auxiliary power busbar, can  
be driven in three simultaneous operation modes, namely a synchronous motor  
mode for driving a turbine part in air or vacuum, a synchronous compensator  
mode for generating reactive power for maintaining the voltage on the external  
network, and a transformer mode for transmitting power to the auxiliary power  
25 busbar.

53. A plant as claimed in any of claims 1-24, **characterized** in that the ma-  
chine with separate auxiliary power generator, connected to an auxiliary power  
busbar, can be driven in three simultaneous operation modes, namely a synchro-  
30 nous motor mode for driving a turbine part in air or vacuum, a synchronous com-  
pensator mode for generating reactive power for maintaining the voltage on the  
external network, and a transformer mode for transmitting power to the auxiliary  
power busbar.

54. A procedure in an electric power plant comprising at least one rotary  
35 electric machine (2, 4, 6, 8) of alternating current type designed to be connected  
directly to a distribution or transmission network and comprising at least one elec-  
tric winding, **characterized** in that the winding of the machine (2, 4, 6, 8) is  
formed of at least one electric conductor (35), a first layer (13) with semiconduct-

ing properties surrounding the conductor, a solid insulating layer (37) surrounding the first layer and a second layer (15) with semiconducting properties surrounding the insulating layer, and in that auxiliary power is generated with the aid of an extra winding on the stator.

5

55. A procedure in an electric power plant comprising at least one electric machine (2, 4, 6, 8) of alternating current type in the form of a generator, designed to be connected directly to a distribution or transmission network and comprising at least one electric winding, **characterized** in that the winding of the machine (2, 4, 6, 8) is formed of at least one electric conductor (35), a first layer (13) with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer (37) surrounding the first layer and a second layer (15) with semiconducting properties surrounding the insulating layer, and in that auxiliary power is tapped from a tapping terminal on the generator winding.

15

56. A procedure in an electric power plant comprising at least one electric machine (2, 4, 6, 8) of alternating current type designed to be connected directly to a distribution or transmission network and comprising at least one electric winding, **characterized** in that the winding of the machine (2, 4, 6, 8) is formed of at least one electric conductor (35), a first layer (13) with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer (37) surrounding the first layer and a second layer (15) with semiconducting properties surrounding the insulating layer, and in that a separate auxiliary power generator is driven by the electric machine.

25

57. A procedure in an electric power plant comprising at least one electric machine (2, 4, 6, 8) of alternating current type designed to be connected directly to a distribution or transmission network and comprising at least one electric winding, as well as an earthing transformer connected to a busbar intended for several generators, **characterized** in that the winding of the machine (2, 4, 6, 8) is formed of at least one electric conductor (35), a first layer (13) with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer (37) surrounding the first layer and a second layer (15) with semiconducting properties surrounding the insulating layer, and in that auxiliary power is extracted from an extra secondary winding of the earthing transformer.

35

58. A procedure in an electric power plant comprising at least one electric machine (2, 4, 6, 8) of alternating current type designed to be connected directly to a distribution or transmission network and comprising at least one electric

winding, as well as an earthing transformer connected to a busbar intended for several generators, **characterized** in that the winding of the machine (2, 4, 6, 8) is formed of at least one electric conductor (35), a first layer (13) with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer (37) surrounding the first layer and a second layer (15) with semiconducting properties surrounding the insulating layer, and in that auxiliary power is tapped from a tapping terminal of a transformer winding.

59. A procedure in an electric power plant comprising at least one rotary electric machine (2, 4, 6, 8) of alternating current type designed to be connected directly to a distribution or transmission network and comprising at least one electric winding, as well as an auxiliary power generator connected to an auxiliary power busbar, **characterized** in that the winding of the machine (2, 4, 6, 8) is formed of at least one electric conductor (35), a first layer (13) with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer (37) surrounding the first layer and a second layer (15) with semiconducting properties surrounding the insulating layer, and in that the power flow is controlled optionally from the auxiliary power generator to the auxiliary power busbar or from the auxiliary power busbar to the auxiliary power generator.

20

60. A procedure in an electric power plant comprising at least one synchronous machine (2, 4, 6, 8) designed to be connected directly to a distribution or transmission network and comprising at least one electric winding, **characterized** in that the winding of the machine (2, 4, 6, 8) is formed of at least one electric conductor (35), a first layer (13) with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer (37) surrounding the first layer and a second layer (15) with semiconducting properties surrounding the insulating layer, and in that the field winding of the machine is short-circuited and an auxiliary winding of the machine is supplied with a three-phase voltage having a phase position and a frequency such that the machine functions as an asynchronous machine with a direction of rotation for maximum braking torque.

---

Fig. 1

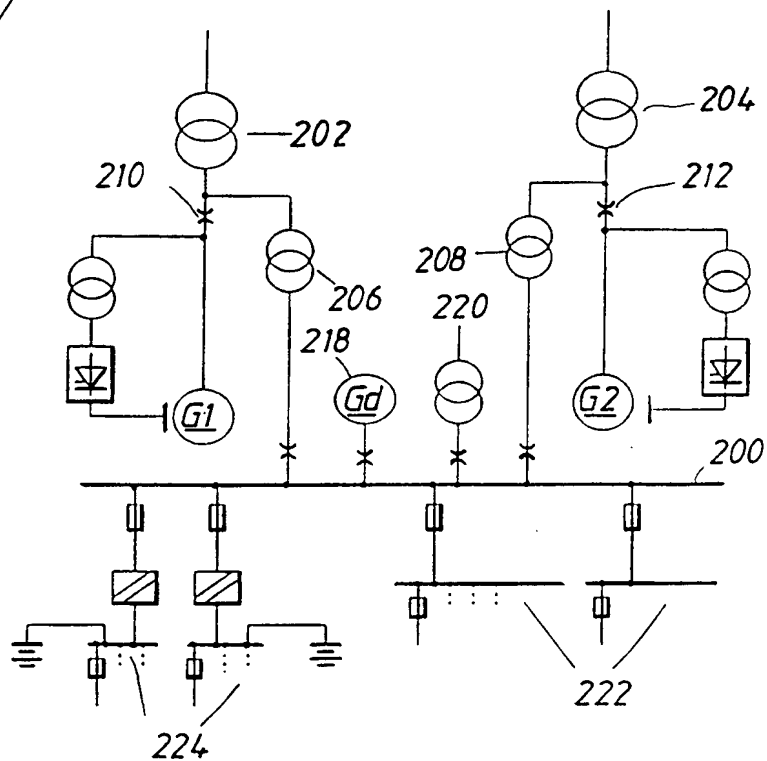
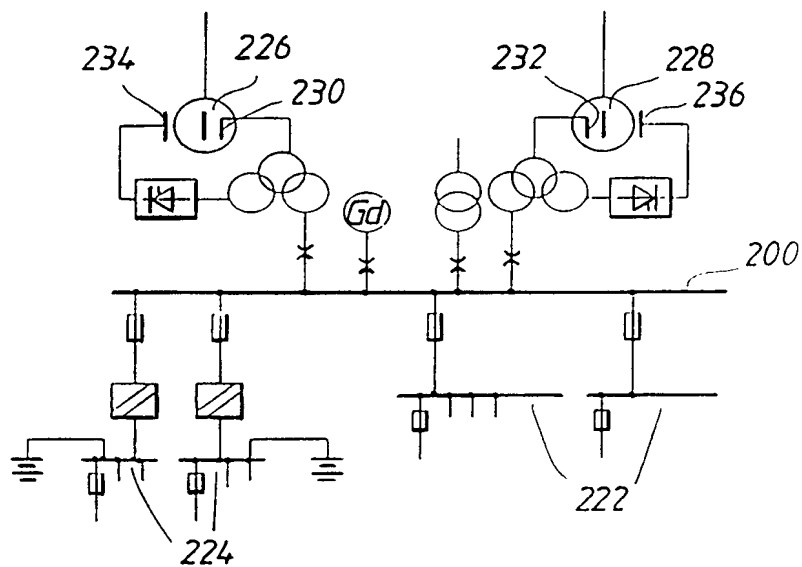
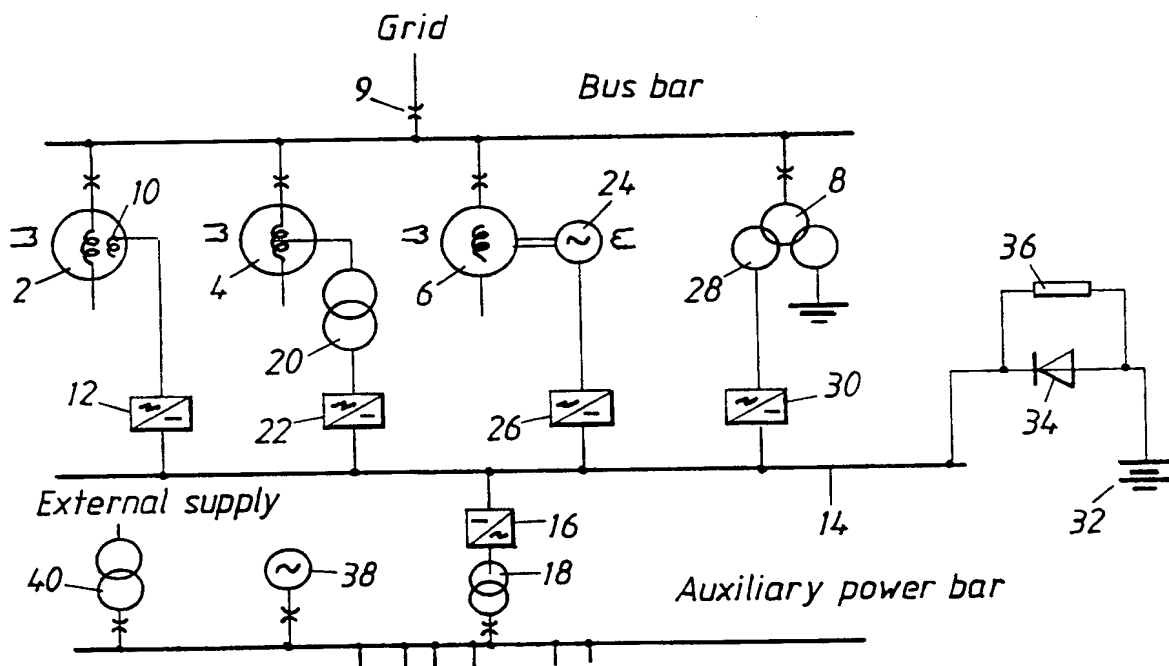


Fig. 2



2 / 16

Fig. 3

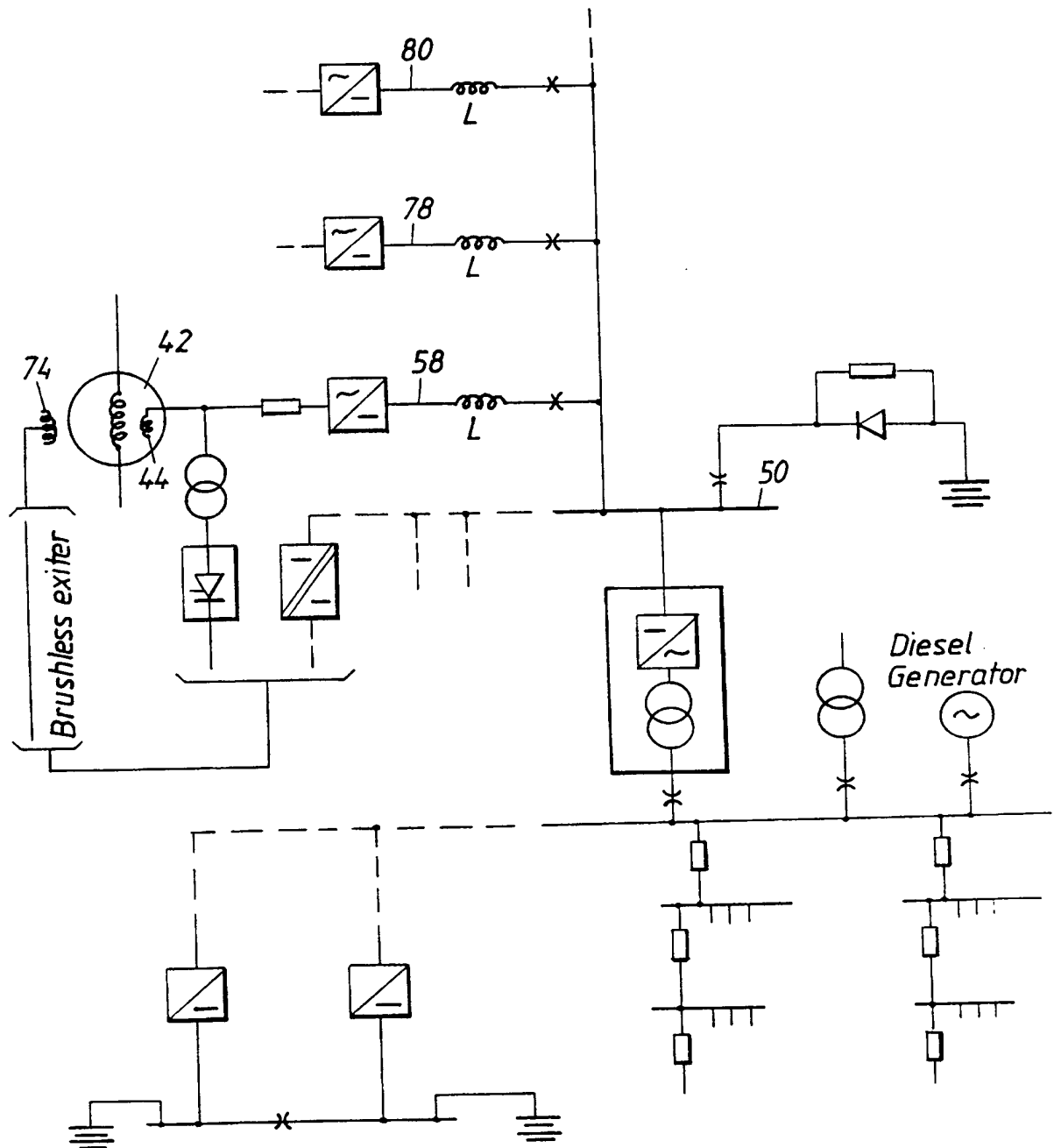






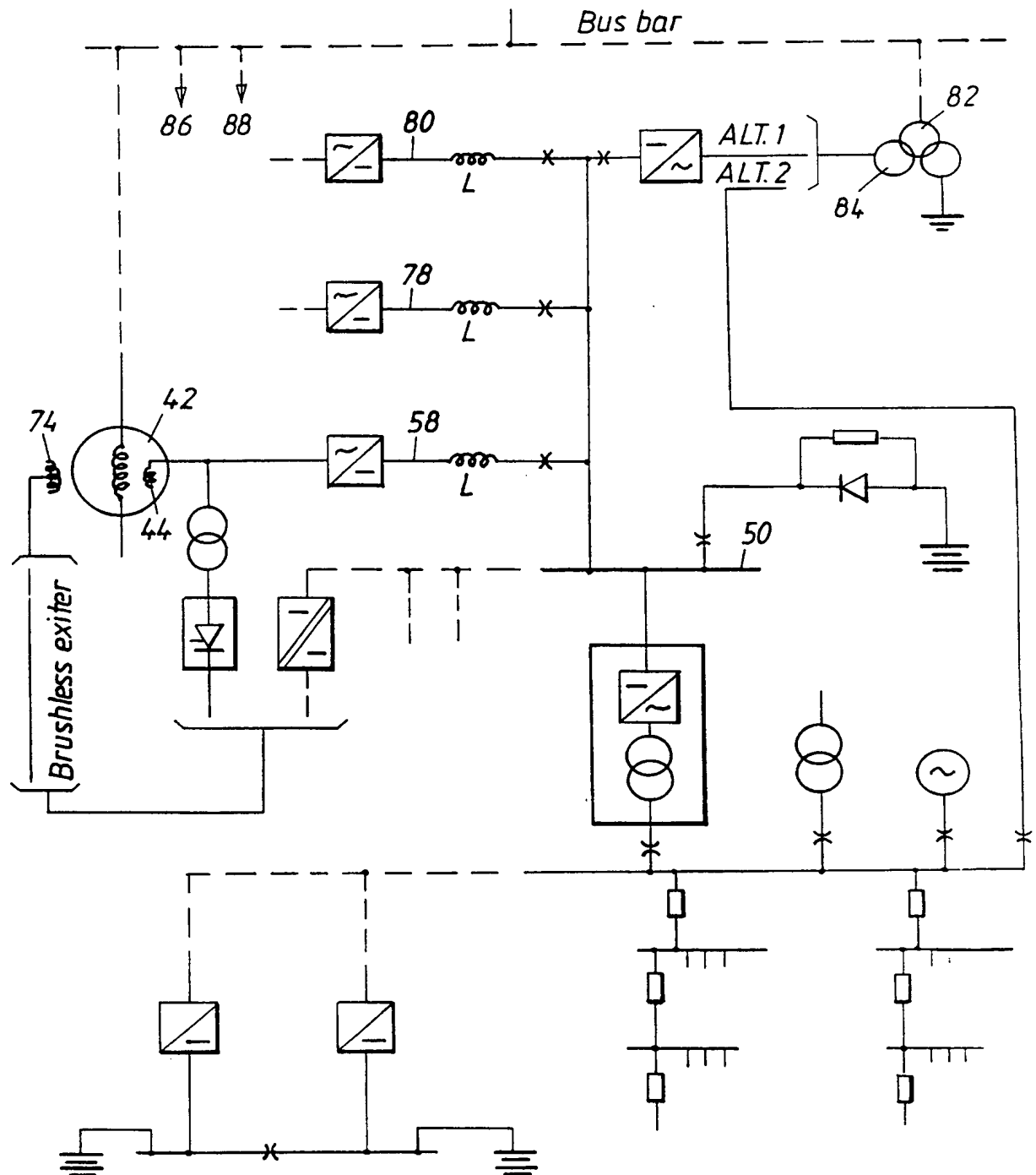


5 / 16

*Fig. 6*

6 / 16

Fig. 7



7 / 16

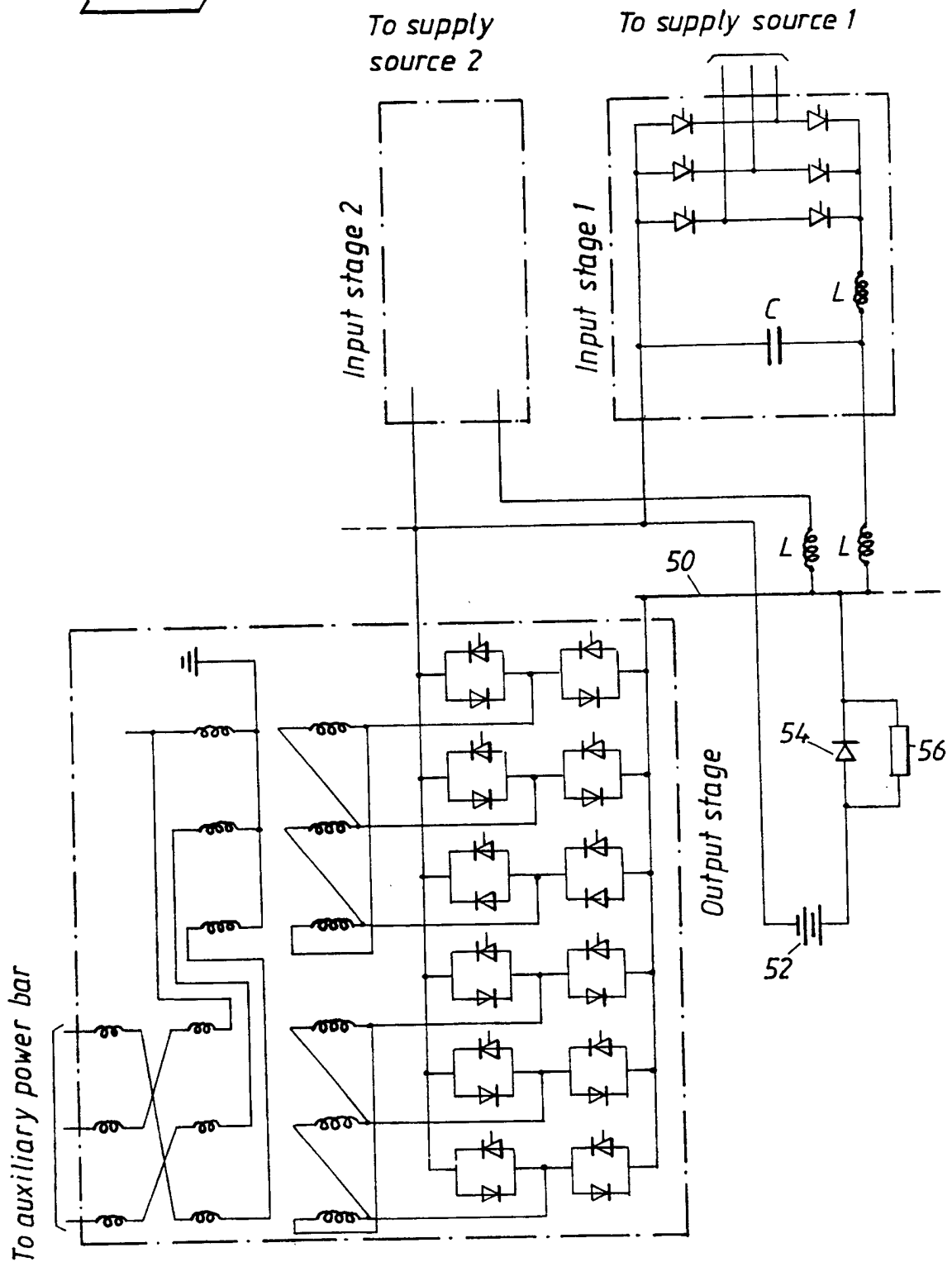
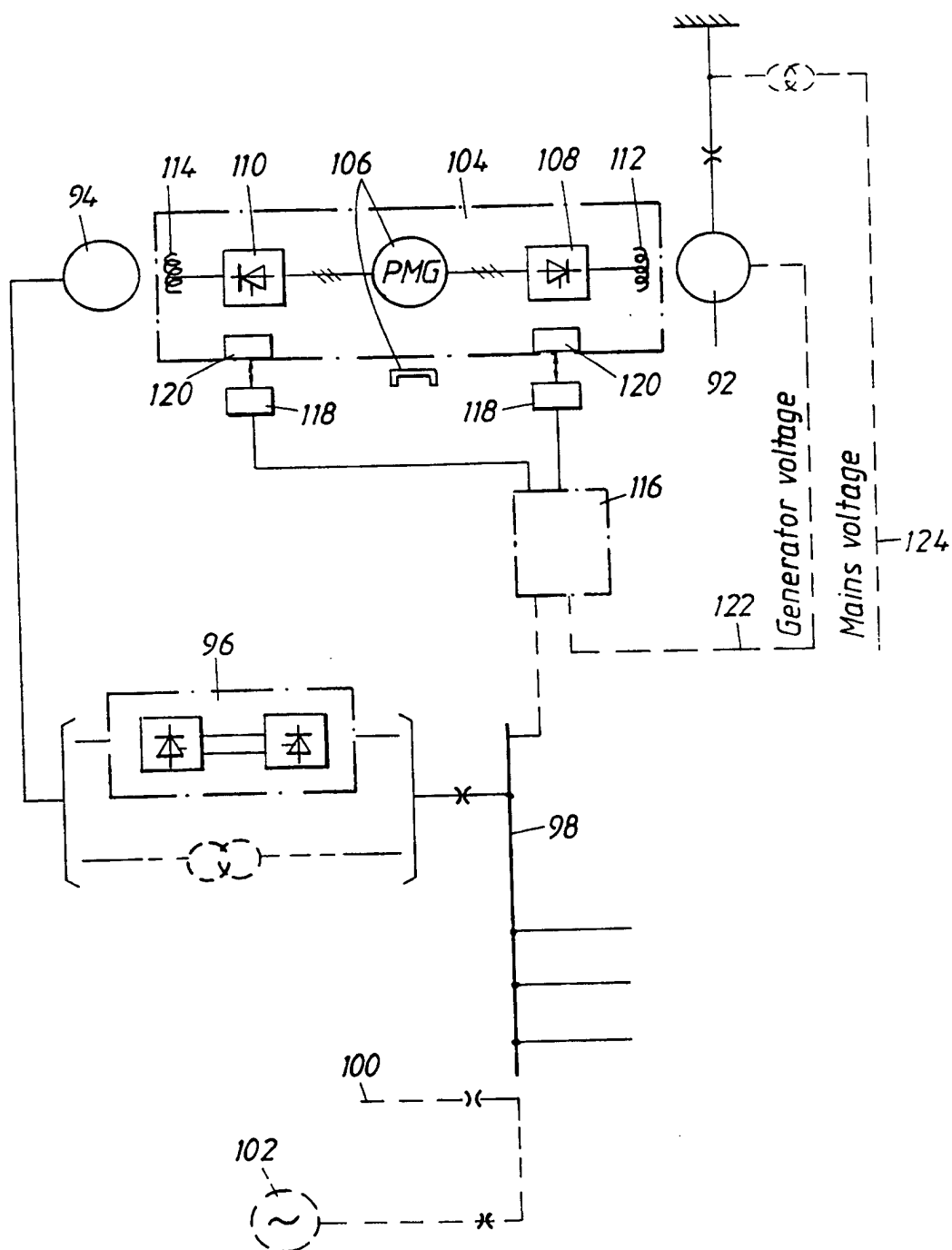
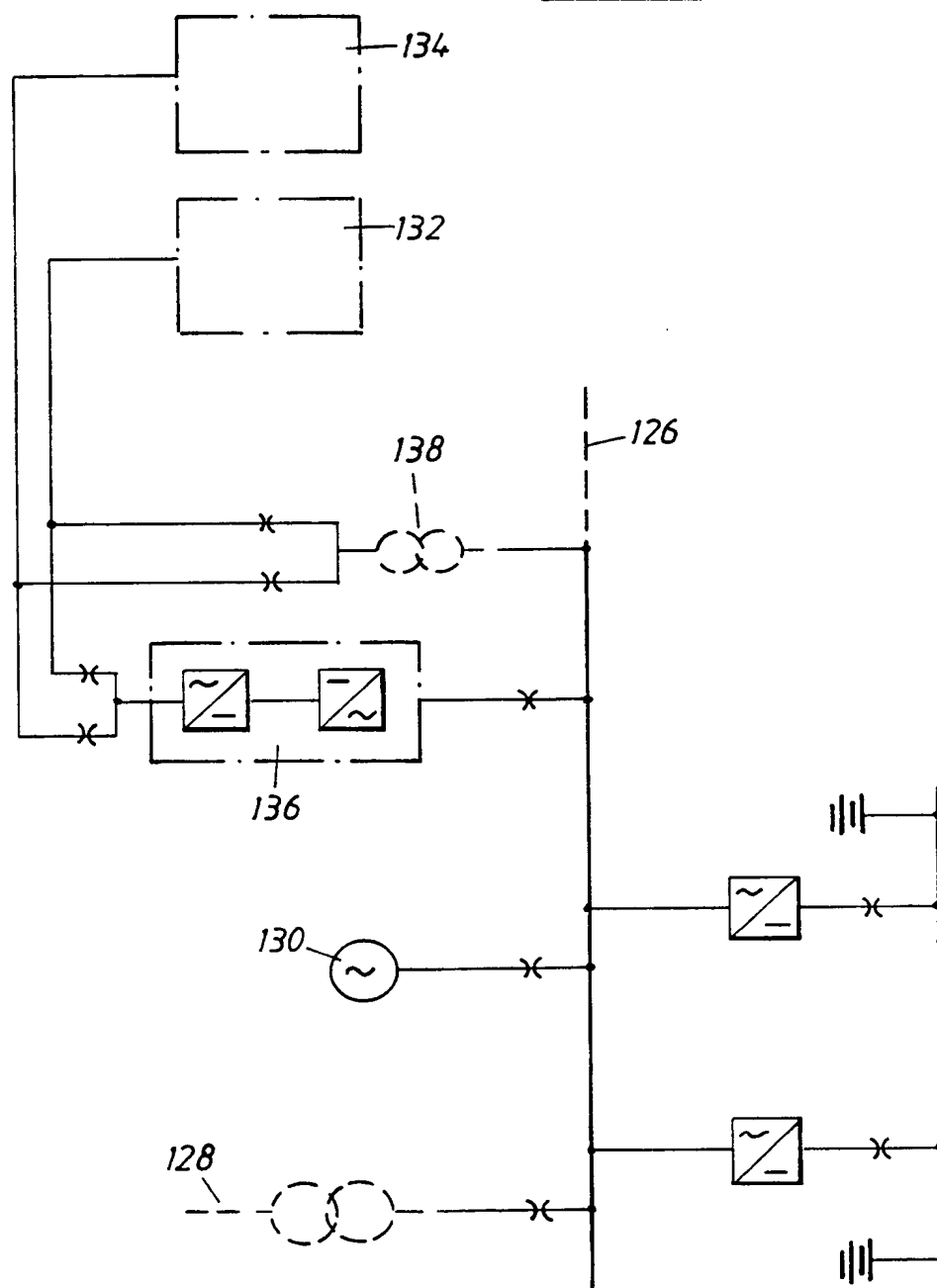


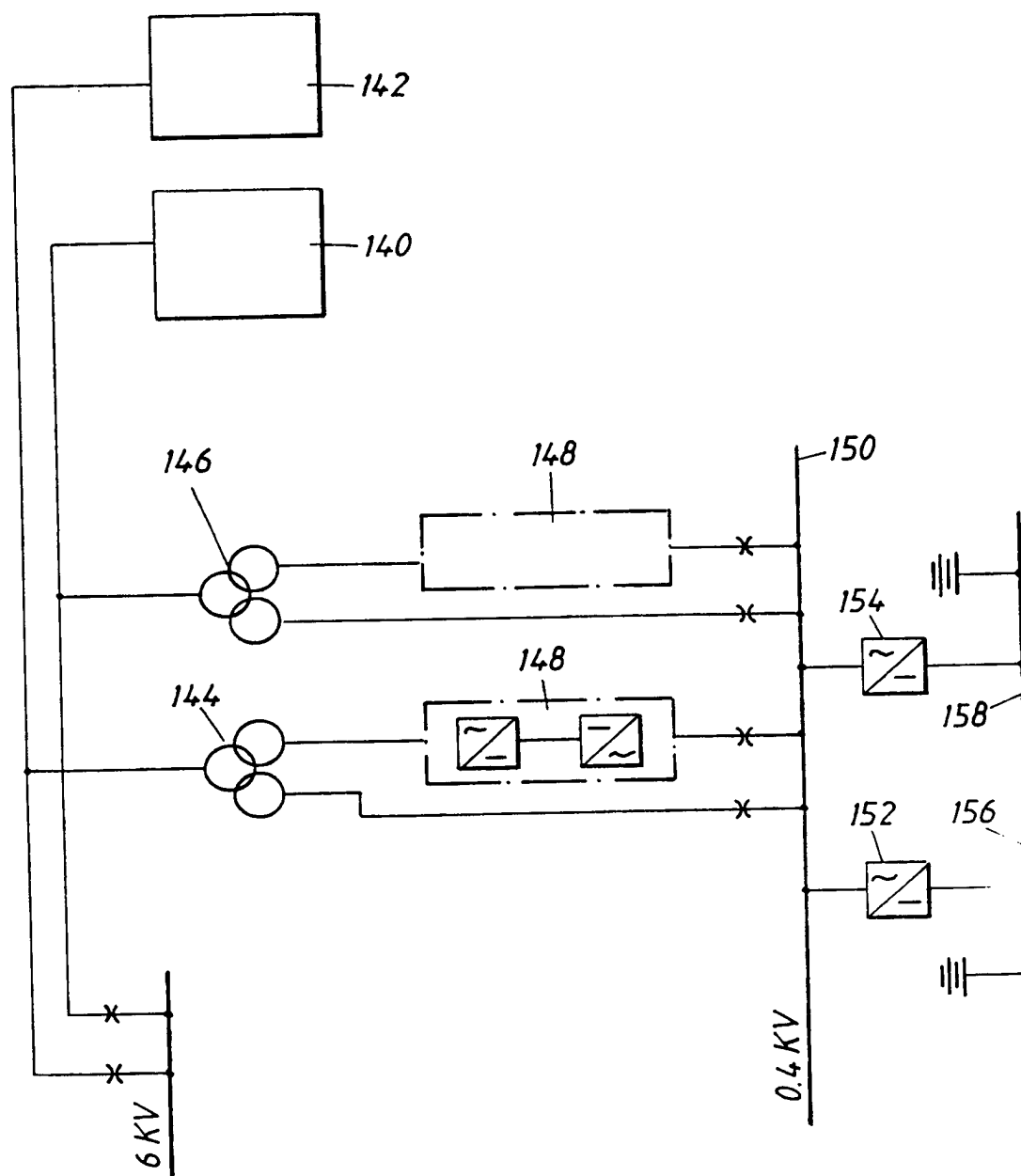
Fig. 9



*Fig. 10*

10 / 16

Fig. 11





11 / 16

Fig. 12

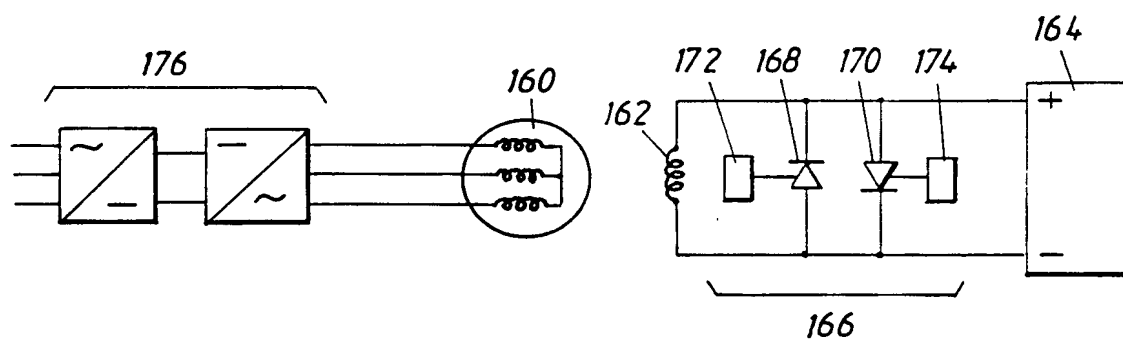
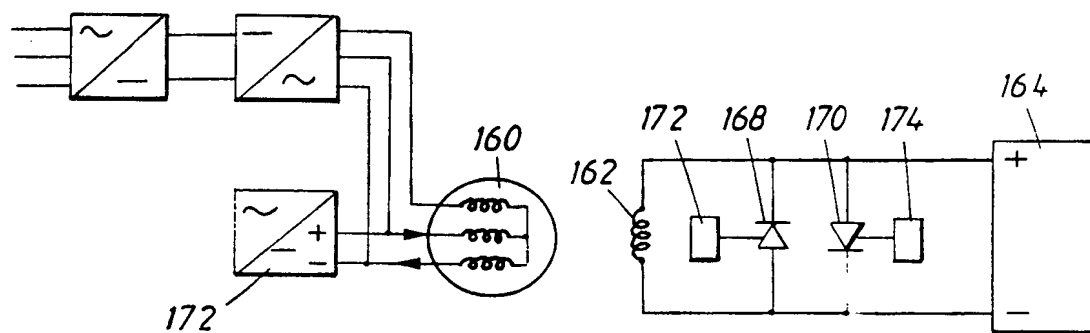
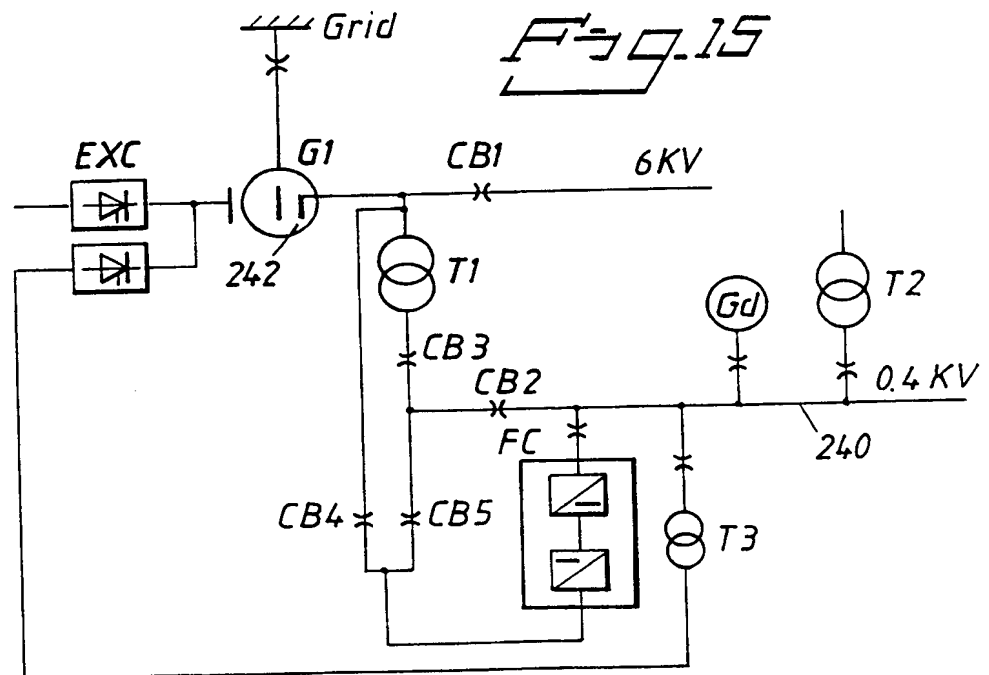
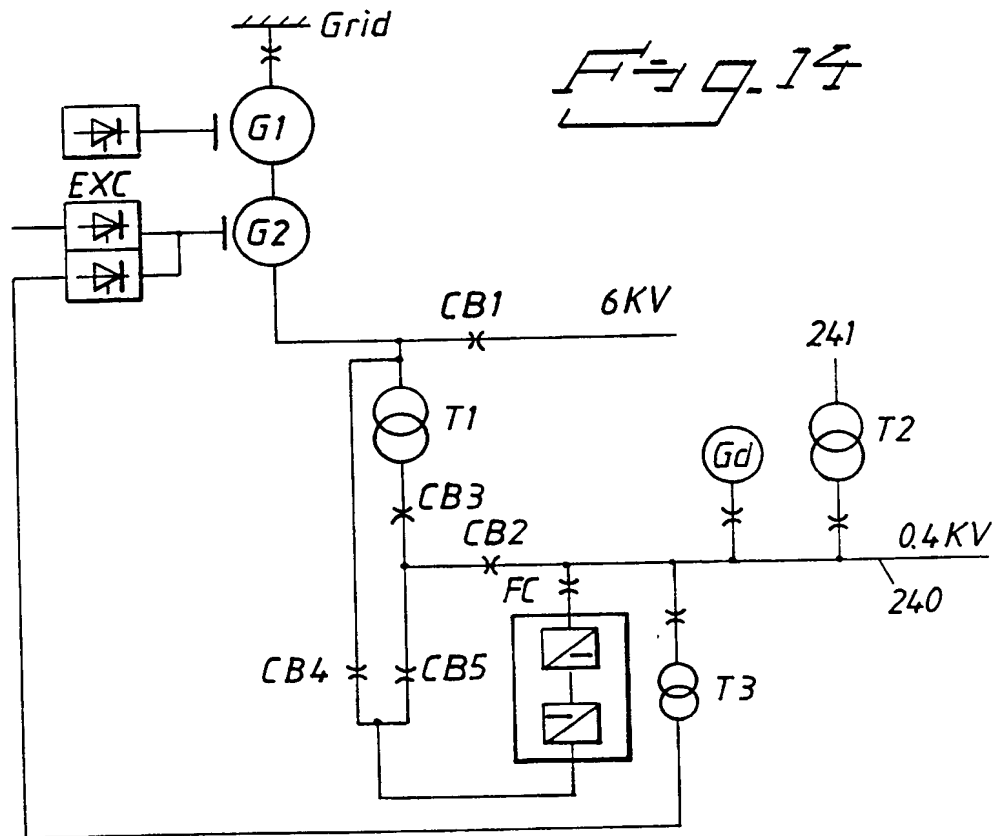


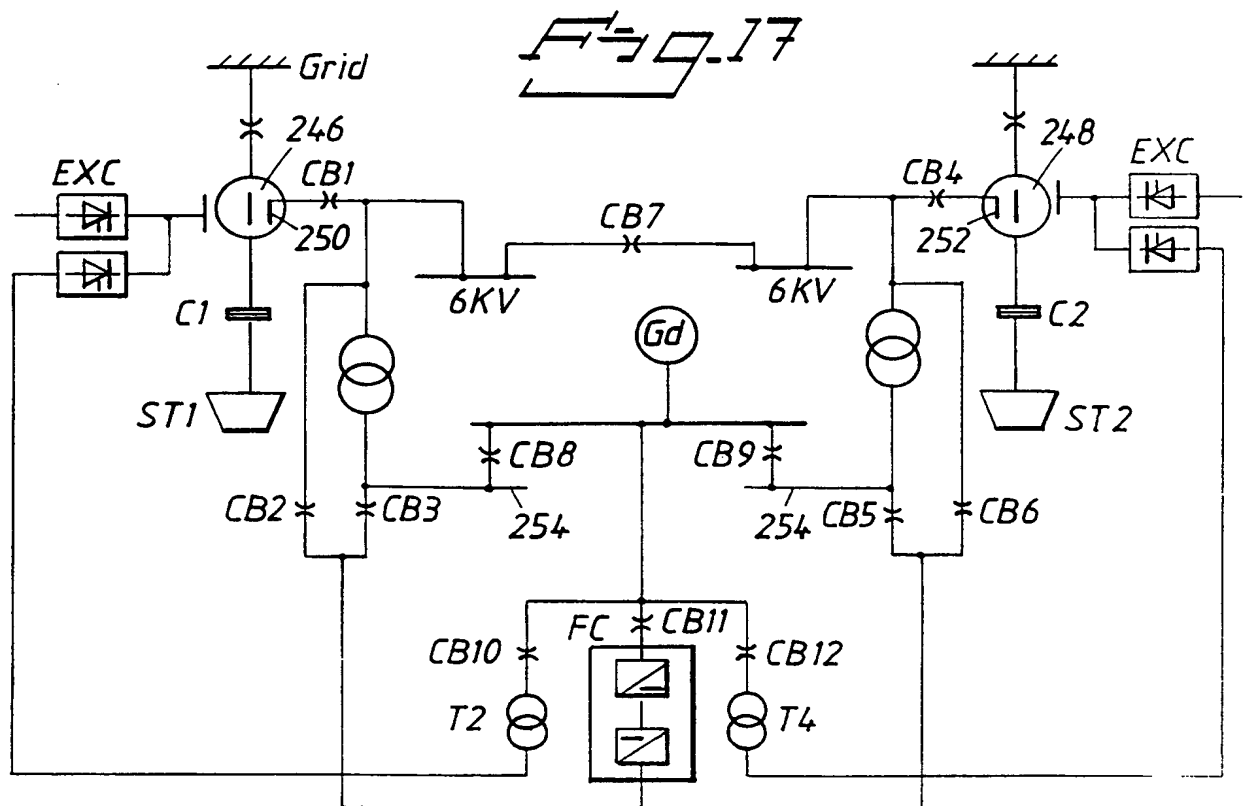
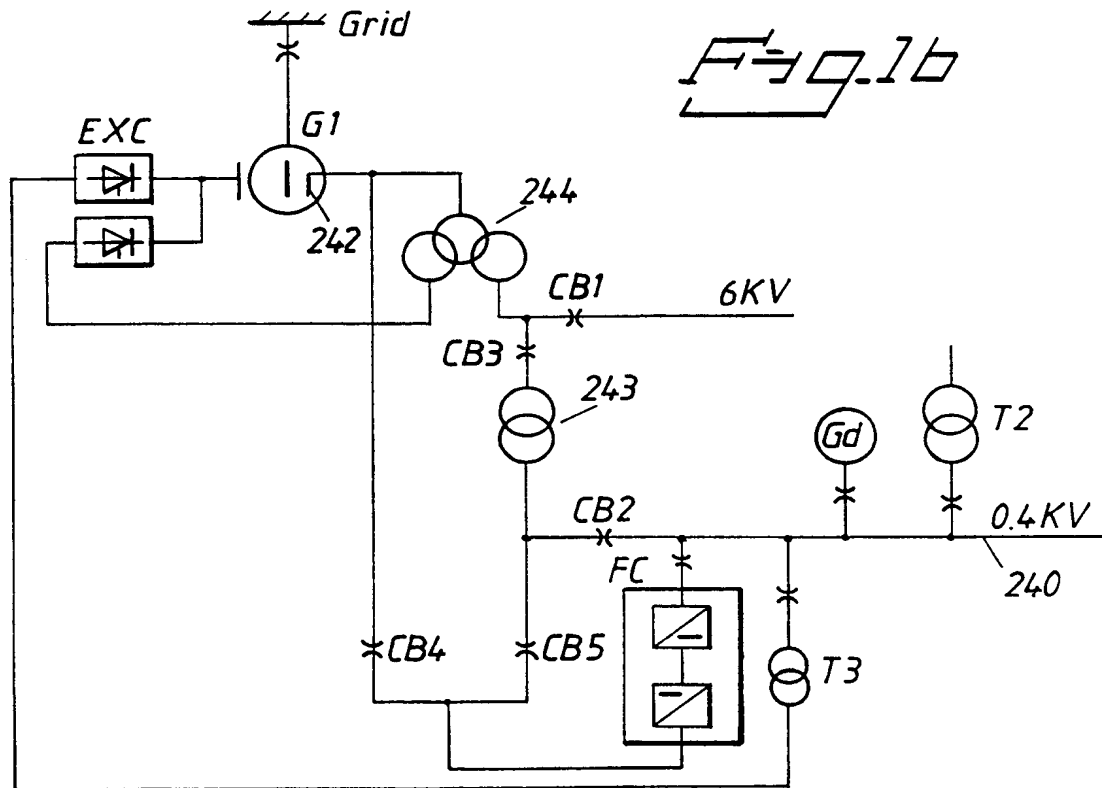
Fig. 13



12 / 16



13 / 16



14 / 16

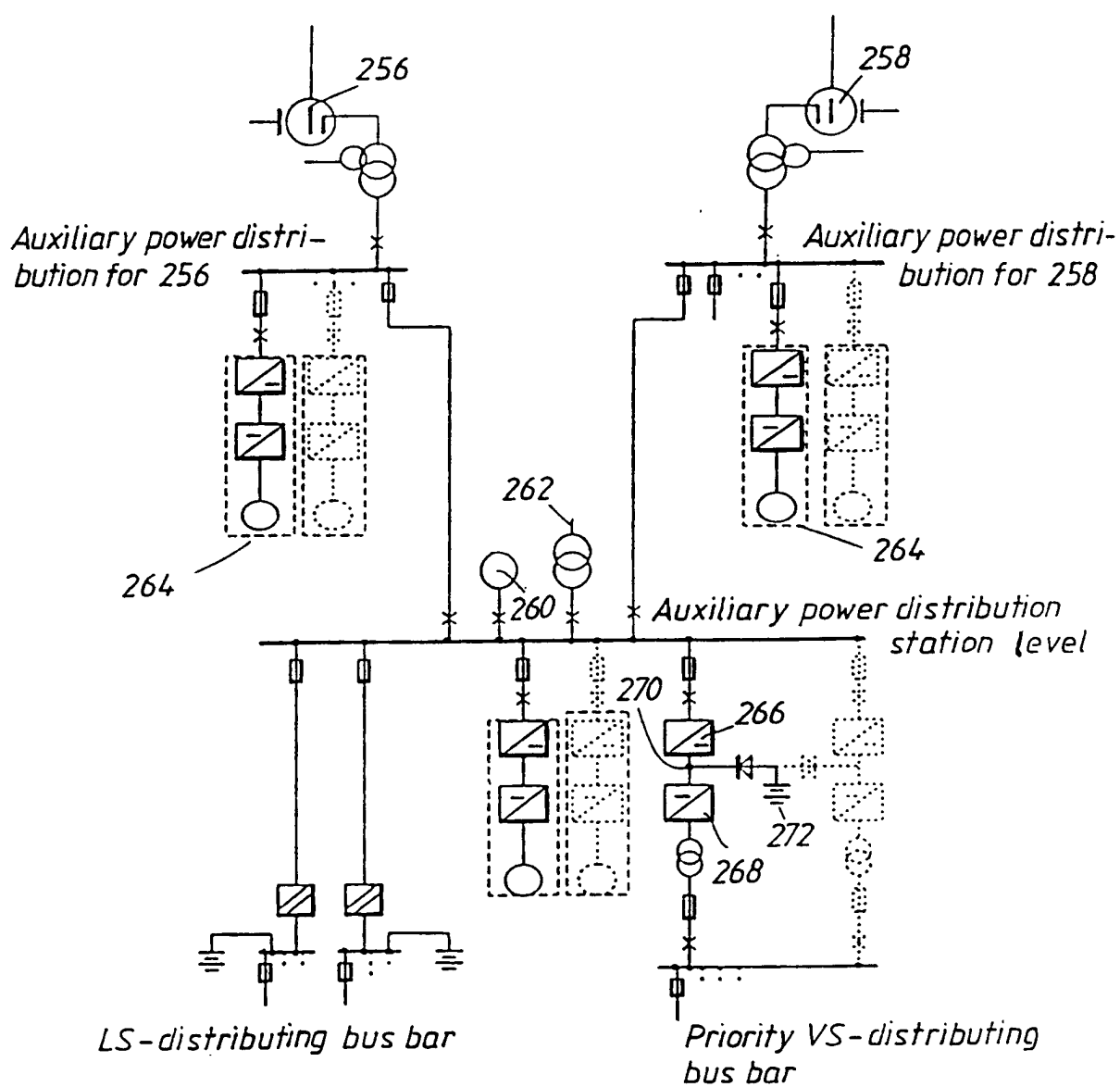
*Fig. 18*

Fig. 19

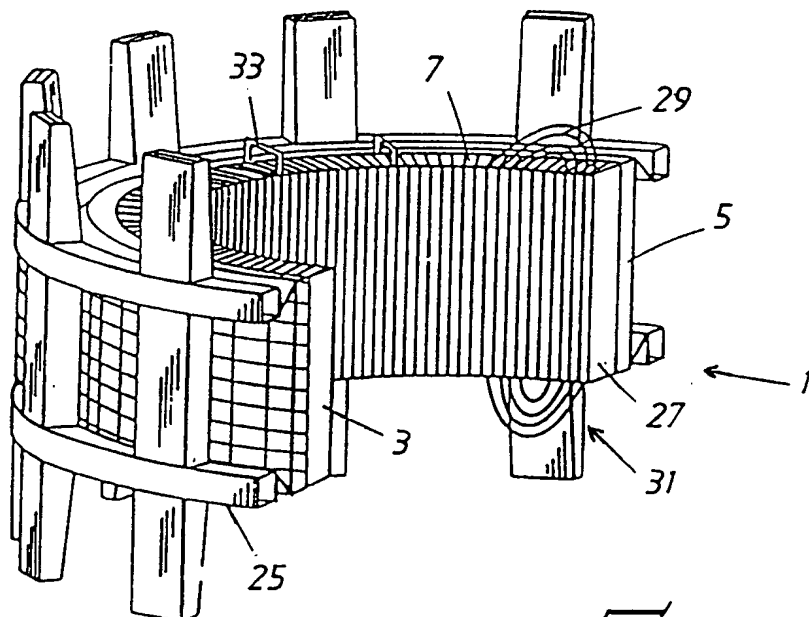


Fig. 21

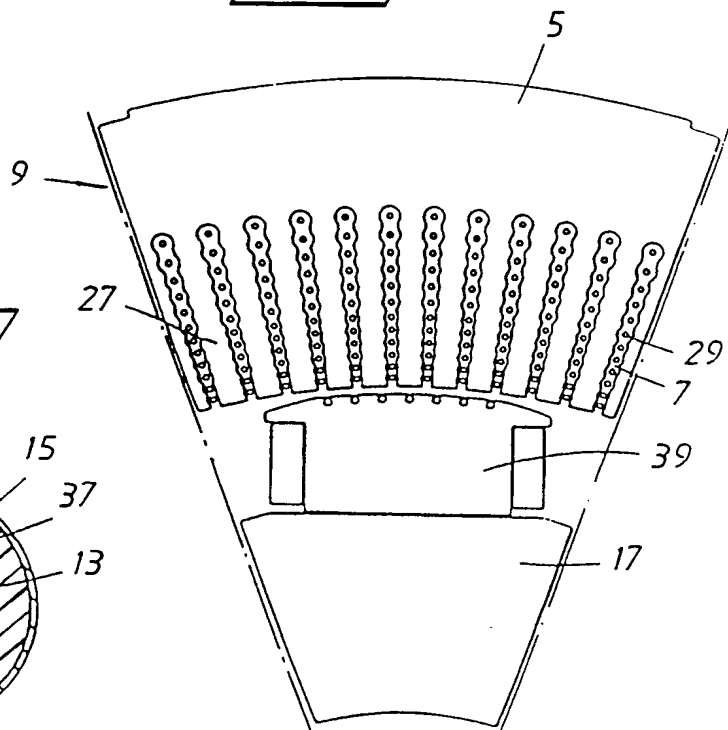
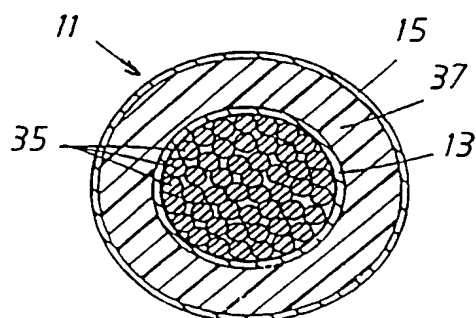
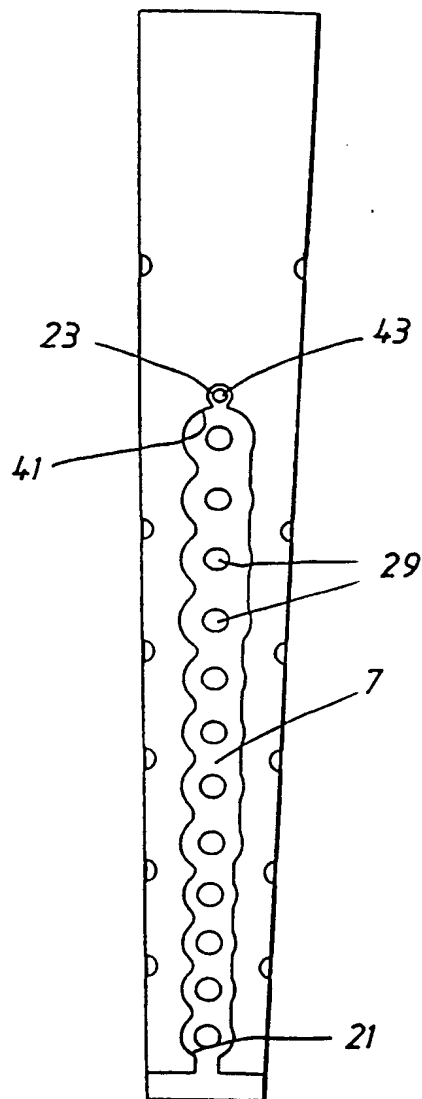


Fig. 20



16 / 16

Fig. 22



Copy for the Elected Office (EO/US)  
**PATENT COOPERATION TREATY**

PCT/SE98/01734

**PCT**

**NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE**

(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

HOPFGARTEN, Nils  
L.A. Groth & Co. KB  
P.O. Box 6107  
S-102 32 Stockholm  
SUÈDE

<b>Date of mailing</b> (day/month/year) 20 September 1999 (20.09.99)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
<b>Applicant's or agent's file reference</b> P 98-285/NH	
<b>International application No.</b> PCT/SE98/01734	<b>International filing date</b> (day/month/year) 29 September 1998 (29.09.98)

<b>1. The following indications appeared on record concerning:</b> <input checked="" type="checkbox"/> the applicant <input type="checkbox"/> the inventor <input type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative		
<b>Name and Address</b> ASEA BROWN BOVERI AB S-721 83 Västerås Sweden	<b>State of Nationality</b> SE	<b>State of Residence</b> SE
	<b>Telephone No.</b>	
	<b>Facsimile No.</b>	
	<b>Teleprinter No.</b>	
<b>2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:</b> <input type="checkbox"/> the person <input checked="" type="checkbox"/> the name <input type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence		
<b>Name and Address</b> ABB AB S-721 83 Västerås Sweden	<b>State of Nationality</b> SE	<b>State of Residence</b> SE
	<b>Telephone No.</b>	
	<b>Facsimile No.</b>	
	<b>Teleprinter No.</b>	
<b>3. Further observations, if necessary:</b>		
<b>4. A copy of this notification has been sent to:</b> <input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office <input type="checkbox"/> the designated Offices concerned <input type="checkbox"/> the International Searching Authority <input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned <input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority <input type="checkbox"/> other:		

<b>The International Bureau of WIPO</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Genéva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	<b>Authorized officer</b> H. Zhou Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	--

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

United States Patent and Trademark  
Office  
(Box PCT)  
Crystal Plaza 2  
Washington, DC 20231  
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing</b> (day/month/year) 18 June 1999 (18.06.99)	
<b>International application No.</b> PCT/SE98/01734	<b>Applicant's or agent's file reference</b> P 98-285/NH
<b>International filing date</b> (day/month/year) 29 September 1998 (29.09.98)	<b>Priority date</b> (day/month/year) 30 September 1997 (30.09.97)
<b>Applicant</b> LEIJON, Mats et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

26 April 1999 (26.04.99)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

R. E. Stoffel

Telephone No.: (41-22) 338.83.38